

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE MEDICINA

E.A.P. DE TECNOLOGÍA MÉDICA

“Evaluación de la coincidencia entre el isocentro de la imagen de simulación y verificación, en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino”

Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas

Enero – Diciembre 2013

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Tecnología Médica en el
Área de Radiología

AUTOR

Estrellita de los Milagros Navarro Mejía

ASESOR

Evelina Marcelo Carhuavilca

Lima – Perú

2014

DEDICATORIA

A mi mamá, Irma Mejía, por su apoyo constante,
por su amor y preocupación de mi bienestar.

A mi hermana, Sandy Navarro, porque sin ella,
nunca hubiese ingresado a San Marcos.

A Maia, porque al conocerla hizo mi corazón más noble.

AGRADECIMIENTOS

- A las licenciadas Evelina Marcelo y Elke Pastor, por haberme inspirado en seguir el camino de radioterapia.
- Al licenciado tecnólogo médico en radioterapia, Dante Velásquez, por sus consejos y recomendaciones en esta tesis
- A las licenciadas tecnólogas médicas en radioterapia del INEN por sus enseñanzas en el tiempo de mi internado y hasta ahora.
- A Raúl Mantilla, por su apoyo en la estadística de mi investigación.
- A todas las personas que de alguna manera me ayudaron en la realización de este proyecto.

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla N° 1. Magnitud de las variaciones por eje.

Tabla N° 2. Número de imágenes verificadoras por magnitud de la corrección según sentido.

Gráfico N° 1. Distribución de los casos, que une las proyecciones antero posterior y lateral de las imágenes verificadoras, según corrección.

Gráfico N° 2. Número de correcciones por eje de las imágenes verificadoras.

Gráfico N° 3. Porcentaje de correcciones según tipo de proyecciones tomadas de las imágenes verificadoras

Gráfico N° 4. Distribución de imágenes verificadoras según cantidad de ejes con corrección.

Gráfico N° 5. Distribución de imágenes verificadoras corregidas según sentido de la corrección por eje.

Gráfico N° 6. Magnitud de las variaciones según sentido por eje.

Gráfico N° 7. Correcciones en el eje X.

Gráfico N° 8. Correcciones en el eje Y.

Gráfico N° 9. Correcciones en el eje Z.

Gráfico N° 10. Distribución de las imágenes verificadoras corregidas según el intervalo de magnitud de la variación.

RESUMEN

Se realizó un estudio de diseño descriptivo, de tipo observacional, retrospectivo y de corte transversal, con el objetivo de evaluar la coincidencia del isocentro entre la imagen de simulación y la imagen de verificación, en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino.

Se seleccionó de manera no probabilística y por conveniencia 120 casos, de pacientes con cáncer de cuello uterino, que consiste en 120 imágenes radiográficas en proyección antero-posterior y 120 en proyección lateral, realizadas en el Departamento de Radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.

Se analizó las imágenes radiográficas (verificadoras) una por una, observando y anotando en la ficha de recolección de datos, el valor de las variaciones hechas por los médicos radioncólogos., según los ejes espaciales X, Y y Z a su vez éstas tienen subdivisiones; derecha-izquierda, superior-inferior, anterior-posterior, respectivamente. Los datos fueron procesados y analizados utilizando el programa SPSS versión 19.0.

Los resultados mostraron que en un 64.2% del total de casos analizados, sí hubo variación del isocentro entre la imagen de simulación y la de verificación, solo un 35.8% el isocentro de ambas imágenes coinciden.

El promedio de variación de los tres ejes (X, Y y Z) es de 0,5cm este valor esta dentro del margen contemplado por la International Commission on Radiation Units and Radiation Units and Measurements (ICRU) Reporte 29. Sin embargo, no podemos acreditar que todo el tiempo de tratamiento, este promedio se conserve, ya que solo se toma una imagen verificadora, antes de iniciar el tratamiento.

La paciente durante su tratamiento puede tener cambios físicos, como bajar de peso, es por ello que recomendamos que la toma de imágenes verificadoras sea mínimo 1 vez por semana. El fin de la radioterapia no solo es eliminar el tumor sino también proteger los órganos y tejidos adyacentes, para esto el tecnólogo médico en radioterapia debe estar capacitado y con la disposición de posicionar con exactitud a la paciente, estando siempre atento a los cambios físicos que puedan tener.

Los dispositivos de inmovilización cumplen un rol fundamental con ellos nos aseguramos de que la paciente, no se mueva y siempre tenga la misma posición durante todo el tratamiento, estos dispositivos deben ser mejorados e implementados por igual en las tres salas de tratamiento así como en la de simulación, deben ser los mismos.

Conclusión: En este estudio se encontró poca coincidencia del isocentro entre la imagen de simulación y verificación, con un promedio de variación en los ejes X, Y y Z mayor a los reportados en la literatura, pero dentro del margen aceptado internacionalmente. Debe prestarse especial atención en las pacientes obesas las cuales posiblemente requieran una mejor técnica de inmovilización.

Palabras clave: Radioterapia, imágenes verificadoras, isocentro, posicionamiento, inmovilización, cáncer de cérvix.

ABSTRACT

It has conducted a descriptive study design, observational, retrospective, cross-sectional, with the aim of evaluating the coincidence of isocenter between the image simulation and verification in radiation treatment for cervical cancer.

I was selected not probabilistically and for convenience 120 cases of patients with cervical cancer, which consists of 120 radiographic images in anteroposterior and 120 projection in lateral projection, made in the Department of Radiotherapy, National Institute of Neoplastic Diseases.

Radiographic images (verificadoras) were analyzed one by one, observing and recording the data collection sheet, the value of changes made by medical oncologists according to the spatial axes X, Y and Z in turn these have subdivisions.; right-left, superior-inferior, anterior-posterior, respectively. Data were processed and analyzed using SPSS version 19.0 program.

The results showed that 64.2% of all cases analyzed, yes isocenter was variation between image simulation and verification, only 35.8% of the isocenter both images match.

The average variation of the three axes (X, Y and Z) is 0.5cm This value is within the range covered by the International Commission on Radiation Units and Measurements and Radiation Units (ICRU) Report 29. However, we can not certify that all the time tratamiendo this average is maintained, as it only takes a verification image, before starting treatment.

The patient during treatment can have physical changes, such as losing weight, which is why we recommend verifying that taking pictures is minimum 1 time per week. The goal of radiation therapy is not only to remove the tumor but also protect the organs and tissues adjacent to this medical radiation technologist must be trained and available to position the patient accurately, always being attentive to the physical changes that they may have.

Immobilization devices play a key role with them we ensure that the patient does not move and always have the same position throughout treatment, these devices must be improved and implemented equally in all three treatment rooms as well as in the simulation, should be the same.

Conclusion: This study is little overlap between the image isocenter simulation and verification and found, with an average variation in the X, Y, Z greater than those reported in the literature, but within the range accepted internationally. Special attention should be paid in obese patients which may require better immobilization technique.

Keywords: Radiotherapy, verifying images, isocenter, positioning, immobilization, cervical cancer.

INTRODUCCIÓN

La radiación y la radioactividad se descubrieron hace más de 100 años. Desde entonces, la radiación ha adquirido importancia en el tratamiento del cáncer. Más de la mitad de todas las personas que padecen cáncer recibirán radiación al menos como parte de su tratamiento.

La radiación es energía que se transmite mediante ondas o mediante una corriente de partículas. Funciona al dañar los genes (ADN) en las células. Los genes controlan la manera en que las células crecen y se dividen. Cuando la radiación daña los genes de una célula cancerosa, esta ya no puede crecer y dividirse. Con el tiempo, las células mueren. Esto significa que la radiación se puede usar para destruir las células cancerosas y reducir el tamaño de los tumores.

El cáncer de cuello uterino, en el Perú es la primera causa de muerte en mujeres a nivel nacional y segunda en frecuencia en la población. La radioterapia se utiliza para su tratamiento, la verificación (tercera fase del proceso), en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, se realiza tomando una imagen radiográfica llamada imagen verificadora utilizando chasis y película radiográfica en el equipo de Cobalto 60. Sin embargo, en otros centros se realiza en los Aceleradores Lineales, el presente proyecto puede ser la base para futuras investigaciones.

Por lo tanto es importante, verificar que la zona a irradiar sea siempre la misma, lo que haremos será evaluar si el volumen tumoral de la simulación coincide con el de verificación, evaluaremos cada imagen radiográfica en sus tres ejes X, Y y Z.

Basándonos en antecedentes de trabajos de investigación sobre este tema encontramos que las correcciones hechas en las imágenes verificadoras tienen un margen aceptable. Este estudio se realizó con la finalidad de mostrar la experiencia en el INEN.

INDICE

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	4
2.1 ANTECEDENTES	4
2.2 BASES CONCEPTUALES	6
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	24
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	27
3.1 TIPO DE ESTUDIO	27
3.2 ÁREA DE ESTUDIO	27
3.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO	27
3.4 MUESTRA POBLACIONAL	27
3.5 UNIDAD DE ANÁLISIS	27
3.6 TAMAÑO DE LA MUESTRA	27
3.7 TIPO DE MUESTREO	28
3.8 CRITERIOS DE SELECCIÓN	29
3.9 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	30
3.10 MATRIZ DE CONSISTENCIA	31
3.11 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	31
3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	32
3.13 ASPECTOS ÉTICOS	33
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	34

CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN	44
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	46
CAPÍTULO 7: RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	54

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cáncer de cuello uterino es el segundo cáncer mas frecuente en mujeres en el mundo con 86% de los casos y 88% de las muertes en países en vías de desarrollo y es la causa más importante de años de vida perdidos por cáncer entre las mujeres de América Latina¹.

La radioterapia externa es un método de tratamiento de lesiones malignas en el que se utilizan principalmente radiaciones ionizantes. El método exige una infraestructura tecnológica compleja, personal especializado y la aplicación de procedimientos y protocolos orientados a garantizar no solamente la eficacia del tratamiento antitumoral, sino también la adecuada protección de los tejidos y órganos adyacentes contra los efectos nocivos de la radiación².

Tiene cuatro fases: Simulación, Planificación, Verificación y Tratamiento. Todas las pacientes pasan por el proceso de simulación donde se establece el centro del tumor (isocentro) se le toma una imagen por fluroscopía y se marca externamente a la paciente.

La verificación es la fase más importante ya que es el último filtro para dar el tratamiento, luego que la paciente haya sido posicionada en las marcas externas de la piel, hechas en la simulación, se toma una imagen, mediante una película radiográfica. En la presente investigación evaluaremos la coincidencia del isocentro en cada imagen, evaluaremos si hay alguna variación o no antes de administrar el tratamiento a la paciente.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el porcentaje de coincidencia entre el isocentro de la imagen de simulación y verificación, en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La radioterapia tiene como fin administrar una alta dosis de radiación al tejido tumoral, protegiendo los tejidos adyacentes normales, para que la probabilidad de complicaciones en estos tejidos sea la más baja posible.

En el presente proyecto nos basaremos en la radioterapia convencional (2D) ya que a pesar de los grandes avances tecnológicos, en el Perú aún se sigue utilizando este método de tratamiento, en diversas clínicas, así como en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas es por ello que se desea aportar con esta investigación para que el tratamiento que reciban los pacientes sea el más idóneo posible.

El tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas se realiza principalmente con la técnica convencional 2D (bidimensional), el cual tiene 4 etapas principales: Simulación, planificación, verificación y tratamiento.

La verificación, se realiza tomando una imagen radiológica, llamada imagen verificadora, utilizando chasis y película radiográfica en el equipo de Cobalto 60. Se evaluará dichas imágenes para corroborar la ubicación del isocentro, con respecto a las imágenes obtenidas en la simulación (primera fase del proceso), como método de control de calidad que permite seguridad en la reproducibilidad diaria del posicionamiento del paciente y la cobertura del volumen tumoral³.

Todo el tratamiento dura aproximadamente 25 sesiones es por ello que debemos de tener la certeza de estar irradiando en el lugar adecuado, siendo de suma importancia que la imagen verificadora sea evaluada por el médico radioncólogo, este control de calidad, se hace con el sistema de coordenadas X, Y, Z (Anexo 4). Si hay alguna variación los tecnólogos médicos de radioterapia deben hacer las correcciones necesarias para ubicar el lugar exacto del campo de tratamiento. Todo en beneficio de la paciente. Esta investigación es la primera realizada en este campo en el Perú.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

- Evaluar la coincidencia entre el isocentro de la imagen de simulación y verificación, en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino, en el periodo de enero a diciembre del 2013.

1.4.2. ESPECÍFICOS:

- Determinar el porcentaje de variación, mediante las imágenes verificadoras, en los ejes de coordenadas X, Y y Z.
- Determinar el porcentaje de variación, de las imágenes verificadoras, en la proyección antero – posterior.
- Determinar el porcentaje de variación, de las imágenes verificadoras, en la proyección lateral.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1. GIOVANNI BUCOLO, en su tesis de Diploma Universitario T.S.R.M **“VALORACIÓN DE LOS SISTEMAS POR LA VERIFICACIÓN DE LOS CAMPOS DE TRATO EN RADIOTERAPIA”** manifiesta que: El objetivo de la Radioterapia consiste en el empleo, a fin terapéutico, de las radiaciones ionizantes. El objetivo que ella se propone, cuando sea posible clínicamente, es de conseguir la total destrucción de una neoplasia sin provocar daños graves e irreversibles a los tejidos sanos circunstante.

Para garantizar este resultado, para una buena calidad de cura, es necesario efectuar, periódicamente, los controles radiológicos para averiguar la exacta incidencia del haz radiante sobre el volumen de trato.

Las instrumentaciones más simples empleadas por el control radiológico de los campos de trato son los portales película (chasis). Ellas no son otras que imágenes radiográficas adquiridas a través de adecuadas películas a alta definición alojada en el lettino de trato o sobre estructuras móviles de la unidad de radioterapia.

Estas imágenes son confrontadas con las adquisiciones DRR, Radiografía Digital Reconstruida o los Simulator-película (Radiografías conseguidas con el Simulador) que preceden el trato radioterápico real.

La adquisición del portal película representa un momento muy importante del control de calidad del trato, en cuánto permite reducir la frecuencia de los errores sistemáticos creados él en el curso de su preparación. Los errores de set - up, en efecto, se observan principalmente en el traslado del plan de cura de la simulación a la unidad de trato que no en su siguiente repetición cotidiana⁴.

2.1.2. RICARDO SANCHEZ, ANDREA GONZALEZ en su investigación **“REPRODUCIBILIDAD DEL POSICIONAMIENTO DE PACIENTES EN TRATAMIENTO CON RADIOTERAPIA DEL CENTRO JAVERIANO DE ONCOLOGÍA”** manifiestan que: Al analizar 316 pacientes se compararon las radiografías digitales reconstruidas, con las radiológicas, en película radiográfica o imagen digital y se hicieron las correcciones correspondientes en los tres ejes. Se registraron 809 imágenes, la mayoría de cáncer de próstata. En 91% de los casos, las imágenes obtenidas no requirieron correcciones por posicionamiento durante el tratamiento. El promedio de correcciones de los tres ejes (X, Y y Z) fue de 3.4mm. Los datos encontrados en el estudio muestran una adecuada reproducibilidad del posicionamiento en diferentes enfermedades oncológicas. Sin embargo, se observó que en pacientes con cáncer de próstata, en especial obesos y delgados, podría ser necesaria la implementación de inmovilizadores de extremidades inferiores, con la finalidad de asegurar la relajación de la musculatura pélvica y así evitar que esta región anatómica quede basculada⁵.

2.1.3. ADELMO JOSE GIORDANI, RODRIGO SOUZA DIAS, en su artículo de la revista del Colegio Brasileiro de Radiología y Diagnóstico por Imagen **“EXACTITUD EN LA REPRODUCIBILIDAD DEL POSICIONAMIENTO DIARIO EN PACIENTES SOMETIDOS A RADIOTERAPIA CONFORMADA PARA CANCER DE PRÓSTATA”** manifiesta que: Para el tratamiento del cáncer de próstata con haz de radiación externa existen controversias en cuanto a la necesidad de localización diaria. El alineamiento diario por medio de imagen guiada (IGRT) es considerado patrón de oro, pero los costos y el tiempo son más altos en comparación con radioterapia conformada (IMRT). Los desplazamientos del posicionamiento observados fueron de 1,99 +/- 1,25mm y 1,37 +/- 0,84mm en los sentidos cráneo – caudal y latero – lateral, y 1.94 +/- 1,10mm en el sentido antero-posterior. Considerando los valores encontrados en el presente trabajo y adicionando los movimientos internos de la próstata, que según la literatura, presenta variaciones de 1.8 a 5.8mm en el sentido supero – inferior, creemos que un margen de 10mm sería suficiente para contar con el error de posicionamiento y movimientos internos. Conforme muestra la

literatura, con la utilización de fijador del cuerpo y delimitación real del volumen de tratamiento de 7,3mm en el campo antero – posterior y de 3mm en lateral. En otro estudio fueron observadas variaciones de posicionamiento de 7 a 10mm en el campo antero – posterior y de 4 a 6mm lateralmente. Se llega a la conclusión que el uso de protocolos específicos para posicionamiento de los pacientes es posible en la práctica clínica, posibilita reproducibilidad adecuada y rápida corrección de los posibles errores⁶.

2.2 BASES CONCEPTUALES

ANATOMÍA:

El cuello uterino es la porción inferior del útero, delimitado por arriba por el istmo y protruye en la vagina. Mide entre 2,5 y 3 cm de longitud en la nulípara y se ubica hacia atrás en forma oblicua. Se divide en la porción vaginal o exocervix y el canal o endocervix. El exocervix presenta dos labios: el anterior y el posterior delimitado por el orificio cervical externo.

Su irrigación sanguínea está dada por: las ramas de las arterias uterinas. La irrigación venosa es paralela a la arterial. La red linfática nace cerca de la mucosa y en la profundidad del estroma para dar origen a cuatro diferentes canales eferentes que drenan hacia los ganglios iliacos externos obturadores e hipogástricos. La inervación está presente en la porción externa del exocervix y en el endocervix y proviene del sistema autónomo de los plexos superiores, medio e inferior hipogástricos⁷.

CÁNCER DE CUELLO UTERINO:

Las neoplasias malignas del aparato reproductor femenino tienen, desde el punto de vista histológico, orígenes y comportamientos de acuerdo con los sitios anatómicos establecidos mundialmente por el comité internacional contra el cáncer. El cáncer de cuello de útero es uno de los más comunes en la mujer; su mayor incidencia ocurre entre la cuarta y quinta décadas de la vida, y existen en su origen factores de riesgo que favorecen la iniciación del mismo,

tales como: las relaciones sexuales antes de los dieciocho años, el hábito de fumar, varias parejas sexuales y la falta de protección sexual. Se ha demostrado que el virus del papiloma humano (HPV) constituye un factor causal importante, y que participa en la iniciación y la progresión de la enfermedad⁸.

ESTADIFICACIÓN: FIGO (2009)

0: Carcinoma in situ o neoplasia intraepitelial grado III. IA: carcinoma invasivo diagnosticado solamente por microscopía; la invasión del estroma cervical debe ser ≤ 5 mm y la extensión ≤ 7 mm; IA1: invasión del estroma ≤ 3 mm y extensión ≤ 7 mm; IA2: invasión del estroma > 3 mm y ≤ 5 mm y extensión ≤ 7 mm; IB: lesión clínica confinada al cuello uterino o lesión microscópica mayor que la del estadio IA; IB1: lesión clínica ≤ 4 cm; IB2: lesión > 4 cm. II: el tumor invade más allá del útero, pero no a la pared pélvica o el tercio inferior de la vagina; IIA: sin invasión de parametrios; IIA1: lesión clínica ≤ 4 cm; IIA2: lesión clínica > 4 cm; IIB: con invasión obvia de parametrios. III: el tumor se extiende hasta la pared pélvica y/o involucra el tercio inferior de la vagina y/o causa hidronefrosis o riñón no funcionante; IIIA: comprometimiento del tercio inferior de la vagina, sin extensión para la pared pélvica; IIIB: extensión hasta la pared pélvica y/o hidronefrosis o riñón no funcionante; IV: extensión para más allá de la pelvis verdadera o invasión (confirmada por biopsia) de la mucosa de la vejiga o recto. Solamente el edema bullar vesical no permite que un caso sea clasificado en el estadio IV; IVA: invasión de órganos adyacentes; IVB: metástasis a distancia⁹.

EPIDEMIOLOGÍA

A nivel mundial el cáncer de cuello uterino es el tercero en frecuencia en mujeres (530 mil nuevos casos, 13,6% del total) y el sétimo más común a nivel general entre hombres y mujeres. El 85% de los casos registrados se producen en los países en desarrollo (453 mil casos). Las tasas de incidencia de cáncer de cuello uterino varían en más de 22 veces entre las regiones del mundo: las

tasas más altas están en las regiones del Este Africano, con tasas de incidencia de 47.3 y 45.8 casos por 100,000 mujeres respectivamente; y en América Latina, donde la ciudad de Trujillo en Perú reporta el nivel más alto en el continente (43.9 por 100,000); mientras que las tasas de incidencia más bajas se han encontrado en Israel con 2.4 por 100,00 y en Egipto con 2.1 por 100,000.

En cuanto a mortalidad se tiene una estimación de 275 mil muertes en el año 2008, convirtiéndose el cáncer de cérvix en la séptima causa de muerte por cáncer en ambos sexos.

En América latina y el caribe es la tercera neoplasia maligna más frecuente en ambos sexos, y la segunda en mujeres con una tasa de 24 casos por 100000 mujeres, se ubica también en segundo lugar en importancia en mortalidad.

En el Perú, de acuerdo a los resultados de los registros de cáncer poblacionales de Lima, Trujillo y Arequipa, se ha estimado que en el año 2004 habían ocurrido 3,962 casos nuevos y fallecieron 1,540 mujeres por esta causa. En las ciudades de Trujillo y Arequipa el cáncer de cuello uterino es la primera causa de cáncer en mujeres. En Lima Metropolitana, para el período 2004-2005, el cáncer de cuello uterino se sitúa en el segundo lugar con una tasa de incidencia estandarizada de 19.6 casos por 100 mil mujeres, un promedio de 895 casos por año, representando una disminución de 55% respecto al período 1968-1970

Con los resultados publicados de los registros de cáncer sabemos que Trujillo tiene la tasa más alta 43.9; seguido por Arequipa con 35.2 y Lima, la tasa más baja con 19.6. De todos los casos de cáncer de cuello uterino invasor y carcinoma in situ, éste último representó el 36.7% de los casos recolectados para cuello uterino en Lima¹⁰.

EVALUACIÓN CLÍNICA Y DECISIÓN TERAPÉUTICA

El objetivo inicial consiste en determinar la histología del tumor, la localización primaria y su extensión regional y a distancia (estadio) mediante todos los medios disponibles a nuestro alcance como exploración física, biopsias,

exámenes complementarios de diagnóstico – análisis, radiografías, tomografía por emisión de positrones (PET), ultrasonidos y rastreo óseo.

Una vez estadiada la enfermedad neoplásica, valoradas las opciones terapéuticas y dependiendo del estado general del paciente, se decide el tipo de tratamiento que se debe administrar (curativo o paliativo), su posible asociación con otras formas de tratamiento del cáncer debe tener un enfoque multidisciplinar donde la cirugía, la oncología médica y la oncología radioterápica estén correctamente articuladas para determinar la mejor opción terapéutica de cada paciente.

La intención del tratamiento de radioterapia (RT) y su combinación con otras técnicas de tratamiento dependerá del estado general del paciente, del tipo de tumor, de la localización anatómica y del estadio de la enfermedad:

- RTE exclusiva: consiste en tratamiento único con radiaciones externas, estando indicada, por ejemplo, en cánceres de cabeza y cuello en un estadio inicial donde ofrece los mismos resultados que la cirugía, permitiendo además la conservación funcional del órgano.
- RTE adyuvante: asociada a otro tratamiento primario como cirugía o quimioterapia.
- RTE preoperatoria: su indicación se realiza cuando se pretende la reducción tumoral previa a la intervención quirúrgica para conseguir una mayor probabilidad de resecabilidad y de menor mutilación (conservación del esfínter anal en cáncer de recto).
- RTE postoperatoria: su indicación tiene lugar cuando el riesgo de recidiva locorregional tras la cirugía es importante, por ejemplo, cuando los márgenes quirúrgicos no han sido suficientes, los tumores están localmente avanzados o para evitar amputaciones quirúrgicas (cirugía conservadora de mama)
- RTE intraoperatoria: consiste en la administración de una dosis única y elevada durante la intervención quirúrgica, con el fin de irradiar el lecho tumoral y los márgenes de resección.
- Quimioterapia (QT) neoadyuvante más RTE: combinación que pretende inicialmente reducir el volumen tumoral para permitir una radioterapia

posterior sobre un volumen más reducido, por ejemplo en el tratamiento de linfomas y cáncer de pulmón.

- Quimiorradioterapia concomitante: su base es el efecto sinérgico por el que el efecto de la terapia combinada es superior a la suma de los dos por separado. El objetivo de esta combinación es incrementar la supervivencia del paciente aumentando el control tumoral locorregional, reducir o eliminar las metástasis a distancia conservando la integridad y función del órgano. Esta indicado en el tratamiento de cáncer de pulmón localmente avanzado, de cabeza y cuello, esófago y cérvix uterino.
- Otras secuencias terapéuticas podrían ser posibles mediante la combinación de las 3 técnicas:
 - QT + cirugía + RTE en carcinoma de mama localmente avanzado.
 - Cirugía + quimiorradioterapia concomitante en cáncer de páncreas.
 - RT + cirugía + QT en cáncer de recto.
- RTE profiláctica: consiste en la irradiación de una localización anatómica con alto riesgo de lesiones metástasis tras un tratamiento radical, situación que se presenta en la irradiación encefálica en el carcinoma microcitico del pulmón localizado.
- RTE paliativa: su objetivo es controlar los síntomas secundarios del tumor o sus metástasis tales como el dolor, compresión o hemorragia, procurando producir la menor morbilidad posible y mejorando la calidad de vida del paciente¹¹.

La *radioterapia* se divide en dos principales modalidades: 1) la braquiterapia, donde los procedimientos son realizados con fuentes de radiación pequeñas y encapsuladas insertadas en el interior de la lesión; 2) la teleterapia o radioterapia externa, donde la fuente de radiación esta externamente posicionada a una cierta distancia (isocentro) del volumen blanco de tratamiento, para esto se utiliza rayos gamma emitidos por isotopos radiactivos

(cobalto 60) o rayos X producidos en equipos de megavoltage y haces de electrones producidos en aceleradores lineales¹².

RADIOTERAPIA EXTERNA O TELETERAPIA:

La radioterapia es una especialidad médica que utiliza radiaciones ionizantes para el tratamiento del cáncer, donde los pacientes son expuestos intencionalmente a radiación. El objetivo de la radioterapia es proporcionar al tumor la mayor dosis posible para su exterminación, sin embargo; el valor de esa dosis debe ser limitado por la necesidad de preservar los tejidos sanos.

Para que el éxito de esta terapia sea absoluto, es necesario que todos los profesionales involucrados (médico radioncólogo, físico médico, tecnólogo médico, enfermera) ejecuten sus etapas con exactitud y precaución, obedeciendo todos los criterios exigidos. El tecnólogo médico en radioterapia es sin duda, un profesional clave para el éxito del tratamiento radioterapéutico, pues es de su responsabilidad el contacto diario con el paciente y la ejecución, de forma precisa y segura, del tratamiento ya prescrito por el médico radioterapeuta y planificado por el físico¹³.

La radioterapia es una especialidad eminentemente clínica encargada de la epidemiología, prevención, patogenia, diagnóstico, tratamiento y valoración pronóstica de neoplasias. Esta especialidad ha evolucionado con los avances científicos de la Física, de la Oncología y de los ordenadores, mejorando tanto los equipos como la precisión, calidad e indicación de los tratamientos. La radioterapia conjuntamente con la cirugía y la quimioterapia, es uno de los tres pilares del tratamiento del cáncer. Se estima que más del 50% de los pacientes con cáncer precisaran tratamiento con radioterapia para el control tumoral o como terapia paliativa en algún momento de su evolución (OMS, 2003)¹⁴.

Hoy en día la radioterapia se ha consolidado como un pilar fundamental en el tratamiento de las enfermedades oncológicas. Los avances en la práctica de la radioncología están en constante progreso, que van de acuerdo con la

innovación vertiginosa de la tecnología en la adquisición de imágenes e ingeniería informática, por ello la radioterapia ha evolucionado desde los tratamientos en campos directos, pasando por el tratamiento convencional (2D), tratamiento tridimensional conformado con o sin modulación de intensidad, tratamientos en 4D (conformada y tomando en cuenta el movimiento respiratorio y de órganos internos), hasta la radiocirugía. Además del desarrollo tecnológico en el área de braquiterapia intraoperatoria utilizando fuentes de irradiación que nos permiten realizar los tratamientos en periodos muy cortos¹⁵.

RADIOTERAPIA CONVENCIONAL:

Se planea con imágenes 2D (placas radiográficas) donde el médico radioncologo elige el campo a irradiar y los órganos a proteger. Para el cáncer de cuello uterino se usa: La técnica en caja de cuatro campos, con dos campos laterales, un campo posterior y un campo anterior¹⁶.

PROCESO RADIOTERÁPICO:

Tiene cuatro etapas, principalmente: simulación, planificación, verificación y tratamiento

1.- SIMULACIÓN CONVENCIONAL:

Consiste en la delimitación de los campos de tratamiento en una maquina, que reproduce con exactitud la geometría de las maquinas de tratamiento, que emiten rayos X de diagnostico. En este caso, la información es obtenida a través de imágenes fluroscopicas realizadas con una máquina de rayos con movimientos y geometría similares a los del equipo de terapia. Así se obtiene información en 2D.

El médico presente durante la simulación, es el que decide la entrada de los haces de radiación y el tamaño de campo guiándose por las referencias anatómicas óseas de la paciente, así como del tipo de tumor y su estadio.

Es necesaria la utilización de tres láseres (por lo general son tres externos a la maquina: dos laterales de la pared y uno en el techo) para alinear al paciente y conseguir así un origen que nos ayudará a encontrar el isocentro del tratamiento. Posteriormente, son “tatuadas” o marcadas en la piel para su ubicación diaria en la mesa de tratamiento¹⁷.

En el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas se utiliza como simulador convencional el equipo de marca HUESTIS MEDICAL modelo INDICO 100.

En la simulación del cáncer de cuello uterino, los límites anatómicos que se utilizan, son los siguientes:

CAMPO ANTERIOR: (imagen antero-posterior) factores usados: 80kV - 20mAs

- Usualmente se extiende cefálicamente hasta el interespacio L5 - S1, en los estadios iniciales y desde L4-L5, para estadios más avanzados.
- El margen caudal debe extenderse hasta el foramen obturador, si tiene enfermedad vaginal debe extenderse 1.5 - 2cm de margen.
- Los márgenes laterales deben extenderse 1.5 – 2cm más allá del hueso pélvico¹⁸.

CAMPO LATERAL: (imagen lateral) factores en fluroscopía usados: 90Kv – 20mAs

- Debe tener la misma extensión cefálica y caudal
- El margen anterior incluye toda la sínfisis púbica
- El margen posterior en el interespacio de S2 – S3 ¹⁸.

2.- PLANIFICACIÓN CONVENCIONAL:

Toda esta etapa se lleva a cabo en la unidad de Física Médica, donde se cuenta con ordenadores (planificadores) que tienen unos programas específicos para la planificación.

La planificación se basa en la dosimetría clínica que es una técnica que estudia la distribución de la dosis en los tejidos. Para determinar cómo se distribuye la dosis se utilizan las curvas de isodosis, estas varían según el tipo de radiación

y la energía elegida. La localización de los órganos de riesgo se hace tomando como referencia las estructuras óseas.

3.- VERIFICACIÓN RADIOGRÁFICA:

Tan importante como una correcta elaboración del plan de tratamiento, es la administración del mismo. Múltiples verificaciones serán necesarias para que el tratamiento sea llevado a cabo con la mayor precisión posible: Posicionamiento e inmovilización del paciente, contorno, distancia foco-piel y posición en la mesa de tratamiento a partir de las marcas de referencia cutáneas; obtención de imágenes radiográficas de comprobación desde la misma unidad de tratamiento para verificar el campo de tratamiento o localizar el isocentro del mismo¹⁹.

En el presente trabajo este proceso se realiza dentro del equipo de Bomba de Cobalto 60 utilizando un chasis con película radiográfica Kodak, a la paciente con cáncer de cuello uterino se le toman dos imágenes radiográficas (lateral y anterior), dichas imágenes deben ser reveladas y entregadas debidamente rotuladas al médico radioncólogo.

Estas imágenes radiológicas son necesarias para corroborar la ubicación del isocentro, con respecto a la imagen por fluroscopia adquirida en la simulación, se toman al principio del tratamiento, como método de control de calidad que permite seguridad en la reproducibilidad diaria del posicionamiento del paciente y la cobertura del volumen tumoral. Este control de calidad, se realiza con el sistema de coordenadas X, Y y Z, para hacer la comparación respectiva²⁰. (Anexo 4)

El *isocentro* es el punto en torno al cual gira el origen de la radiación, *isocentric technique* es aquella en la que los campos de tratamiento giran alrededor de un mismo punto del paciente, es decir, en ella la mesa no se mueve entre la administración de uno y otro campo²¹.

El posicionamiento del paciente se realiza a partir de los “tatuajes”, marcas de referencia externa ubicadas sobre su piel. Estas marcas son hechas durante la simulación para poder reproducir la orientación del paciente en el recinto de irradiación, todos los días que dure el tratamiento. Estas marcas son utilizadas también para ubicar dentro del paciente, la posición resultante del isocentro que surge del estudio de planificación. Resulta entonces necesario verificar que la posición del isocentro descrita por el plan de tratamiento, coincida con la obtenida realmente durante la ejecución del mismo. A tal fin, se le toman a cada paciente *placas verificadoras* de incidencias anterior y lateral. Luego son comparadas con las correspondientes imágenes de simulación, las cuales en la radioterapia convencional, son constantes y definidas por los reparos anatómicos²².

Las limitaciones que presenta por realizarse a partir de radiografías convencionales es que a menudo no muestran claramente la extensión del tumor, no siendo posible determinar con precisión su forma ni definir la posición de las estructuras sensibles. La extensión del tumor se determina anatómicamente, ya que no es posible correlacionar las radiografías con imágenes funcionales²³.

4.- TRATAMIENTO:

Tan importante como una correcta elaboración del plan de tratamiento, es la administración del mismo. Múltiples verificaciones serán necesarias para que el tratamiento sea llevado a cabo con la mayor precisión posible: posicionamiento e inmovilización del paciente, contorno, distancia foco-piel y posición en la mesa de tratamiento a partir de las marcas de referencia cutáneas; obtención de imágenes radiográficas de comprobación desde la misma unidad de tratamiento para verificar el campo de tratamiento o localizar el isocentro del mismo. Si la verificación no es correcta se buscará la causa y su correspondiente corrección.

La planificación y administración del tratamiento de RT se puede realizar de diferentes formas que dependerán de la complejidad de la técnica:

- RTE superficial: para tratamiento de lesiones cutáneas mediante un campo directo con electrones o fotones de baja energía.
- RTE estándar o en 2 dimensiones (2D): Tradicionalmente la planificación del tratamiento de RTE se realizaba en 2 dimensiones (anchura y altura), diseñándose los campos de tratamiento a partir de referencias óseas o estructuras visualizadas mediante contraste radiopaco y el contorno del paciente como únicas referencias. La administración del tratamiento se reduce al uso de entre 1 a 4 campos de tratamiento. La precisión de esta técnica no es suficiente para asegurar que el volumen blanco este completamente incluido en el campo de tratamiento y el tejido sano vecino es expuesto a altas dosis de radiación. Este es el tipo de RTE que utilizaremos en la presente investigación.
- RTE tridimensional conformada (RTE 3D). La simulación y planificación del tratamiento se realizará con Tomografía Computada. Las imágenes obtenidas permiten la reconstrucción virtual de una determinada área anatómica en la cual se podrán determinar los diferentes volúmenes a tratar y a proteger. Los histogramas dosis – volumen permiten valorar la dosis que recibirán las estructuras definidas. Los campos de tratamiento tendrán formas irregulares, logradas por bloques de cerrobend o colimadores multilaminares, adaptados a la forma del volumen blanco, permitiendo la protección de tejidos sanos¹¹.

En el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas para el tratamiento del cáncer de cuello uterino utilizan el equipo Cobalto 60 de marca MDS NORDIO, modelo THERATRON EQUINOX.

EVALUACIÓN FINAL Y SEGUIMIENTO:

Inmediatamente tras el fin del tratamiento se debe valorar la respuesta tumoral y las complicaciones provocadas en la zona anatómica irradiada. Los efectos

secundarios generalmente son transitorios y pueden ser manejados farmacológicamente o con medidas higiénicas apropiadas.

El seguimiento postratamiento debe valorar la efectividad del tratamiento, la eventual aparición de efectos secundarios tardíos y su gravedad y la calidad de vida del paciente.

La toxicidad tardía puede aparecer varios meses o incluso años después de administrado el tratamiento²⁴. (Anexo 2)

GARANTÍA DE CALIDAD EN RADIOTERAPIA

Todo proceso técnico conlleva aspectos administrativos dirigidos a garantizar al paciente un tratamiento preciso. Es en este punto donde se toman en consideración los programas de Garantía de Calidad en Radioterapia dentro de un Centro de Atención.

De acuerdo a la OMS, se define la Garantía de Calidad en Radioterapia como “Todas las acciones que garantizan la consistencia entre la prescripción clínica y su administración al paciente, con respecto a la dosis en el volumen blanco, la dosis mínima en el tejido sano, la exposición mínima del personal y las verificaciones en el paciente para la determinación del resultado del tratamiento”.

Según el proyecto ARCAL XXX para el Mejoramiento de la Calidad en Radioterapia, “durante los últimos años se ha hecho evidente la necesidad de llevar a cabo acciones sistemáticas para garantizar la calidad de los tratamientos de radioterapia, y esta necesidad se justifica en el requerimiento de proporcionar a los pacientes el mejor tratamiento posible”.

La necesidad de garantizar la calidad en los tratamientos de radioterapia se basa en puntos como:

1. Minimizar los errores en la planificación y administración de la dosis de tratamientos al paciente reduciendo así la incidencia de accidentes.
2. Permitir unificar criterios de evaluación al momento de comparar resultados y analizar estadísticas tanto a nivel nacional como internacional.

Diversas organizaciones se han visto abocadas a hacer recomendaciones y realizar estudios al respecto y son fuentes de información confiable como la OMS (Organización Mundial de la Salud), la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) a través de sus proyectos ARCAL (Acuerdo Regional de Cooperación para América Latina), la AAPM (Asociación Americana de Físicos Médicos) y la ISO (International Standardization Organization) quien ha definido la Garantía de Calidad como "Todas las acciones planificadas y sistemáticas necesarias para garantizar de forma inequívoca que una estructura, sistema o componente se comporta satisfactoriamente".

El OIEA, en su informe de seguridad 115 "Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación", indica que el objetivo de estas normas es el de "velar porque la exposición del tejido normal durante las sesiones de radioterapia se reduzca al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y sea compatible con la administración de la dosis requerida al volumen blanco de planificación" ²⁵.

CUIDADOS DEL PACIENTE SOMETIDO A RADIOTERAPIA EXTERNA EN REGIÓN PÉLVICA

Posibles efectos secundarios

Fatiga. Disminución del apetito. Nausea, vómitos. Dolor abdominal de tipo cólico. Diarrea. Síntomas urinarios (disuria). Reacciones cutánea, especialmente en el área inguinal, los genitales externos y el periné. Tenesmo. Molestias en la región perianal. Inflamación hemorroidal. Flujo o molestias vaginales.

Indicaciones

- Ingerir pequeñas porciones de alimentos frecuentemente. Estimular el apetito con ejercicio ligero. Usar suplementos dietéticos como se mencionó anteriormente. Se recomienda igualmente una consulta con un especialista en nutrición.

- Si aparece diarrea debe seguirse una dieta de bajo residuo. Ingerir los alimentos a temperatura no muy fría ni muy caliente. Ingesta abundante de líquidos. Ingerir pequeñas porciones en cada comida, evitando alimentos como los vegetales crudos, comidas muy condimentadas, frutas naturales, algunos cereales, nueces, etc.
- Por lo general se emplean medicamentos antidiarreicos como el kaopectate, lomotil (difenoxilato) o el imodium (ioperamida)
- Ante la presencia de síntomas urinarios, una vez descartada la presencia de una infección urinaria, se pueden emplear analgésicos del tracto urinario como el Pyridium.
- El tenesmo vesical o tenesmo urinario es un deseo imperioso de orinar que obliga a hacerlo constantemente, resultando una experiencia desagradable para el paciente y que obliga ir al baño para orinar sin conseguirlo, para este tipo de molestias puede ser necesario emplear analgésicos. Los baños de asiento y otras medidas usuales son de utilidad en el tratamiento de las hemorroides.
- La irradiación a la pelvis puede producir mucosidad vaginal. Una vez descartado un posible proceso infeccioso debido a hongos o de otra etiología, se puede emplear tratamiento sintomático con vaselina y el uso cuidadoso de duchas de irrigación con suero salino. Las pacientes no deben usar tampones.
- En el seguimiento después de la irradiación del carcinoma del útero en las pacientes sexualmente activas se recomiendan las relaciones sexuales una vez que la reacción mucosa haya cedido. Igualmente se aconseja el uso de dilatadores vaginales en todas las pacientes para prevenir adherencias que pueden traer molestias o interferir con la evaluación clínica después del tratamiento²⁶.

EQUIPOS UTILIZADOS EN RADIOTERAPIA EXTERNA

1.- UNIDAD DE COBALTO 60: (Telecobaltoterapia)

En el presente trabajo se utiliza equipo. El Co-60 se obtiene por bombardeo con neutrones a partir del Co-59. Su esquema de decaimiento es el siguiente:

Co-60 \rightarrow decaimiento β \rightarrow Ni-60 excitado \rightarrow decaimiento γ \rightarrow Ni-60 estable

Un átomo de Co-60 tiene una probabilidad conocida de sufrir un decaimiento β consistente en la transformación de uno de los neutrones de su núcleo en un protón, emitiendo en el proceso un electrón que es absorbido en la propia fuente, que lo lleva a ser un átomo de Ni-60 excitado. La energía de excitación es cedida mediante un decaimiento γ consistente en la emisión de un fotón de 1,33 MeV y otro de 1,17 MeV (de media dos fotones de 1,25 MeV) para llevar al átomo de níquel a un estado estable. La vida media (tiempo que tarda la actividad en reducirse a la mitad) para el Co-60 tiene un valor de 5,27 años. Lo que significa que para tener una calidad aceptable en los tratamientos es necesario sustituirla cada 5 años.

Su principio de funcionamiento es una fuente radioactiva ubicada en el cabezal del equipo la cual es expuesta cuando se acciona el dispositivo desde la consola de tratamiento. Su aplicación es la misma de cualquier equipo de Teleterapia, tratar neoplasias malignas, sus efectos secundarios son un poco mayores que con el Acelerador Lineal debido a la baja tasa de dosis y los riesgos de un accidente por la radiación no deseada es considerable frente al 0% de incidencia con un Acelerador Lineal y por la probabilidad de movimiento del paciente debido a sus tiempos de tratamiento que son mayores que en un Acelerador Lineal y aumentan con el decaimiento de la fuente.

En las unidades de tratamiento se monta la fuente (1,5 cm de longitud) en el extremo de un cilindro capaz de moverse en el interior de un cabezal blindado, de forma que se tienen dos posibles estados, según la fuente esté en el interior del blindaje en la posición de reposo (OFF) o alineada con los colimadores en la posición de irradiación (ON). En el extremo opuesto del cilindro se sitúa una lámpara que sirve para simular el campo de radiación. El movimiento del cilindro se consigue con un sistema hidráulico.

El cabezal se monta sobre un brazo que es capaz de girar, el punto donde se cruzan el eje de giro del brazo con el eje de giro del colimador y con el eje de giro de la mesa se denomina *isocentro*. En las unidades de Co-60 suele estar a 80cm de la fuente. La fuente debe ser sustituida cada 5 años²⁷.

2.- ACELERADOR LINEAL DE ELECTRONES

Son utilizados desde finales de los años 70 y, a diferencia de las bombas de cobalto, generan la radiación por medio de electricidad, por lo que su operación es más segura, dado que no emiten radiación cuando no están en funcionamiento.

Pueden generar diferentes intensidades de radiación, lo que disminuye los efectos secundarios. Cuentan con un sistema que permite proteger órganos (colimador multihojas) y darle forma al haz de radiación de acuerdo al volumen que se tenga que tratar, sin necesidad de fabricar las pesadas e incómodas protecciones. Esta es una característica que no tienen los equipos de cobaltoterapia.

A partir de 1940 se empezaron a construir distintos aceleradores de electrones (betatrón, ciclotrón, microtrón, acelerador lineal). En 1962 Varian introduce el primer acelerador lineal (AL) de uso clínico isocéntrico y completamente rotatable. Hoy en día los aceleradores lineales son capaces de generar haces de fotones y de electrones de varias energías, con lo cual pueden cubrir todas las necesidades de radioterapia externa. Hay que unir además una gran cantidad de accesorios, como colimadores asimétricos y multiláminas, dispositivos de imagen portal, cuñas dinámicas, aplicadores para radiocirugía, etc. Por todo esto son máquinas que requieren gran preparación y mucho tiempo, tanto para la puesta en marcha como para el programa de garantía de calidad y el mantenimiento.

En un AL los electrones se generan en un cátodo incandescente, son acelerados hasta un cuarto de la velocidad de la luz en el cañón mediante la aplicación de un campo eléctrico pulsado. Entonces se introducen en la guía de ondas que forma la estructura aceleradora y en donde existe un campo

electromagnético de alta frecuencia y alta potencia. Se crean pequeños paquetes y se aceleran hasta el 99 % de la velocidad de la luz. Estos electrones acelerados pueden utilizarse directamente o bien frenarlos haciéndolos chocar contra un blanco de material pesado para que cedan su energía cinética en forma de fotones de rayos X. Con este sistema pueden alcanzarse energías muy altas. En la utilización clínica son del orden de la decena de MeV (~ 100 veces mayor que los equipos de rayos X y 10 veces mayor que los rayos γ del Co-60)²⁷.

RADIOTERAPIA EXTERNA 2D EN CÁNCER DE CÉRVIX EN EL INEN

PROCEDIMIENTO

La paciente llega a la sala de simulación aseada, rasurada, llevando su toalla personal. Se quita la ropa de la cintura para abajo. Es posicionada por el Tecnólogo Médico en la camilla del simulador, en una posición confortable y reproducible, en decúbito supino, para evitar movimientos en los pies se le coloca un inmovilizador de tobillos de tecnopor.

El médico le coloca un marcador vaginal usando un hisopo previamente preparado y embullido en bario (contraste) para que pueda ser visualizado en las imágenes con fluroscopia, se usa como punto de reparo.

Se utiliza la técnica de caja de cuatro campos que son dos pares de campos paralelos y opuestos, perpendiculares, dicha técnica conforma una región de alta dosis en forma de caja. Las referencias anatómicas que tiene son los siguientes:

CAMPO ANTERIOR: (imagen antero-posterior) factores usados: 80kV - 20mAs

- Usualmente se extiende cefálicamente hasta el interespacio L5 - S1, en los estadios iniciales y desde L4-L5, para estadios más avanzados.
- El margen caudal debe extenderse hasta el foramen obturador, si tiene enfermedad vaginal debe extenderse 1.5 - 2cm de margen.

- Los márgenes laterales deben extenderse 1.5 – 2cm más allá del hueso pélvico.

CAMPO LATERAL: (imagen lateral) factores en fluroscopia usados: 90Kv – 20mAs

- Debe tener la misma extensión cefálica y caudal
- El margen anterior incluye toda la sínfisis púbica
- El margen posterior en el interespacio de S2 – S3

El campo anterior es ubicado por medio del fluoroscopio, generalmente en isocentro, el que inicialmente será colocado en la línea media de la paciente. Sin mover a la paciente el gantry del simulador rotara 90°, a un lado y a otro, se debe ajustar los márgenes con ayuda del fluroscopio, si la posición de la mesa ha cambiado considerablemente, los márgenes en el campo anterior deben ser ajustados. Se toman las imágenes y se procede a marcar a la paciente usando una aguja y tinta china se hacen tres puntos llamados “tatuajes” dos a cada lado del paciente y una en la línea media, son puntos de referencia que ayudarán a ubicar a la paciente cuando esta vaya a los equipos de Cobalto para su imagen verificadora.

En dichos equipos se les toma las imágenes verificadoras frontal y lateral, se revelan y es entregado al médico radioncólogo junto con su ficha de tratamiento, para que puedan ser corregidos o aceptados.

Son analizados según los ejes de coordenadas X, Y y Z.

De acuerdo a ese resultado los tecnólogos médicos hacen las correcciones correspondientes o inician tratamiento a las pacientes.

Los órganos de riesgo que se deben cuidar e irradiar lo menos posible son: la vejiga, recto, cabeza femoral y el intestino.

Como protocolo de mayor uso en pacientes no operadas (mayoría de casos de Ca de cérvix) se utiliza una dosis administrada de 5000 cGy fraccionado en 25 sesiones con una dosis por sesión de 200cGy por día con una protección del tejido vaginal a partir de los 4500cGyv (esto se da a partir de la sesión N° 23).

Asimismo en pacientes operadas de Ca de Cervix reciben 4500 en 25 sesiones (180cGy/sesión) o 4600cGy en 23 sesiones (200cGy/sesión). (Anexo 3)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Radioterapia Externa: Es un método para administrar un haz de rayos X de alta energía al tumor de un paciente. Los haces son producidos fuera del paciente y son dirigidos al tumor.

Posicionamiento: es la colocación del pacientes en una determinada posición en la simulación, que tendrá que ser reproducida durante todas las sesiones que dure el tratamiento.

Tatuajes: Son las marcas de referencia que se usan para ubicar a un paciente. Son de tinta de color para evitar que se caigan con el baño y se ven como pequeños lunares en la piel.

Ejes de coordenadas X, Y y Z:

- EJE Z: Representa la coordenada vertical, formando un plano que divide al cuerpo en anterior y posterior.
- EJE Y: Representa la coordenada longitudinal, formando un plano que divide al cuerpo en superior e inferior.
- EJE X: Representa la coordenada lateral, formando un plano que divide al cuerpo en derecho e izquierdo (Anexo 4)

Dosimetría: La dosis de la radioterapia se mide en Gray (Gy). El médico radioterapeuta indica una dosis total en una región (ya sea el tumor o el lecho operatorio) y también el fraccionamiento diario (dosis por sesión); según esto será la duración del tratamiento. Por ejemplo: 45 Gy en sesiones diarias de 1,8 Gy corresponderá a 25 sesiones de lunes a viernes con un descanso de 2 días (sábado, domingo) y por lo tanto serán 5 semanas de tratamiento.

Fraccionamiento: Es el reparto de la dosis en el tiempo. El fraccionamiento convencional para tratamientos complementarios o radicales (con intención curativa) es de 1,8 o 2 Gy/fracción, una fracción al día, cinco días por semana. En Estados Unidos se utilizan generalmente 1,8 Gy/ día. En Europa es más frecuente usar 2,0 Gy/día.

Isocentro: Es el punto en torno al cual gira el origen de la irradiación. Se encuentra en el punto central del área a irradiar. Físicamente se define como el punto central donde giran la mesa, el gantry y colimador del equipo de radioterapia.

Técnica en caja: Consiste en la utilización de cuatro campos: anterior, posterior, lateral derecho y lateral izquierdo.

Técnica en APPA: Consiste en la utilización de dos campos: uno anterior y otro posterior

Proyección antero – posterior: El haz de rayos X penetra por la parte anterior de la paciente.

Proyección lateral: El haz de rayos X penetra por la parte lateral del cuerpo de la paciente.

Planificación del tratamiento: Es la selección de los campos de tratamiento que, en opinión del oncólogo radioterápico, mejor efecto tendrán para el paciente.

Simulación: Consiste en definir y localizar el volumen de tejido a irradiar para cada paciente, delimitándose los campos de tratamiento en una máquina, que reproduce con exactitud la geometría de las máquinas de tratamiento

Verificación: Es la comprobación de los datos obtenidos en la simulación a través de la toma de una imagen radiográfica, paso necesario para asegurar un buen inicio del tratamiento.

Gray: Es la unidad de dosis de radiación y equivale a 1 J/kg.

Órganos de riesgo: Son órganos que plantean problemas a la hora de diseñar (planificar) un tratamiento por encontrarse cerca del volumen blanco y en los que hay que conocer con precisión la dosis que van a recibir.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio es de tipo observacional, descriptivo, retrospectivo y de corte transversal.

3.2 ÁREA DE ESTUDIO

Departamento de Radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), ubicado en la Av. Angamos N° 2520, Surquillo, Lima – Perú.

3.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Estará constituida por todas las imágenes de simulación y verificación de pacientes con cáncer de cuello uterino prescritos con radioterapia externa en el periodo de enero a diciembre del 2013.

3.4 MUESTRA POBLACIONAL

Constituido por las imágenes de simulación y verificación de pacientes con cáncer de cuello uterino prescritas con radioterapia en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas en el periodo de enero a diciembre del 2013 y que cumplan con los criterios de inclusión.

3.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

Imágenes radiográficas de verificación, de pacientes con cáncer de cuello uterino prescritas con radioterapia externa.

3.6 TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño muestral, se determinó teniendo en cuenta la fórmula de Cochran:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{e^2(N-1) + Z^2 pq}$$

Donde:

n=Tamaño muestral

p=Probabilidad de no realizar correcciones

q=Probabilidad de realizar correcciones

e=Margen de error o error de muestreo

Z=Nivel de confianza

N=Población

Así, considerando un nivel de confianza del 95%, un error de muestreo máximo del 5% y teniendo en cuenta que la población de pacientes durante el periodo de estudio es de aproximadamente de 2000, el tamaño muestral será al menos:

$$n = \frac{(2000)(1.96)^2 (0.91)(0.09)}{(0.05)^2 (2000 - 1) + (1.96)^2 (0.91)(0.09)} = 118.4$$

Con esta fórmula, se obtuvo un total de 118.4 pacientes, para el presente estudio, se redondeó la muestra a 120 pacientes, de los cuales se analizarán las imágenes de verificación en las proyecciones antero-posterior y lateral.

Asumimos, a partir de los antecedentes, un valor aproximado de la proporción esperada de coincidencias o, lo que es lo mismo, la proporción de casos donde no se realizó correcciones de 0.91.

3.7 TIPO DE MUESTREO

Es del tipo no probabilístico por conveniencia.

3.8 CRITERIOS DE SELECCIÓN

3.8.1. Criterio de Inclusión

- Imágenes de simulación y verificación de pacientes con cáncer de cuello uterino prescritas a tratamiento con radioterapia externa
- Archivos completos, imágenes que puedan compararse.
- Imágenes de pacientes indicados con técnica de tratamiento en caja de cuatro campos (anterior, posterior y laterales)
- Imágenes adquiridas en el periodo de enero a diciembre del año 2013

3.8.2. Criterios de exclusión

- Imágenes de pacientes con técnica de tratamiento APPA (antero – posterior, postero – anterior)
- Imágenes de pacientes con cáncer de cuello uterino más recurrencia de enfermedad.
- Imágenes de verificación con correcciones que no puedan ser comprendidas.
- Imágenes de baja calidad e imprecisas.
- Imágenes de verificación que no se ubiquen en los archivos ya sea por pérdida, descarte o algún otro motivo.

3.9 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

	VARIABLE	
	INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE
DIMENSIÓN	Imagen de simulación	Imagen verificadora
SUBDIMENSIONES	Proyección anteroposterior Proyección lateral	Proyección anteroposterior Proyección lateral
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	En la que se define y localiza el volumen de tejido a irradiar para cada paciente	En la que se comprueban los datos obtenidos en la simulación
TIPO DE VARIABLE	Cualitativa	cuantitativa
ESCALA DE MEDICIÓN	nominal	razón
INDICADOR	Referencias anatómicas	Ejes de coordenadas X,Y, Z
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	Observación	Cuadro de recolección de datos
VALORES FINALES	Marcas en piel "tatuajes"	$\leq 3\text{mm}$ $>3\text{mm}$

3.10 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN
<p>“Evaluación de la coincidencia entre el isocentro de la imagen de simulación y verificación, en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino”</p> <p>INEN Enero – diciembre 2013</p>	<p>¿Cuál es el porcentaje de coincidencia entre el isocentro de la imagen de simulación y verificación, en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la coincidencia entre el isocentro de la imagen de simulación y verificación, en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino, en el periodo de enero a diciembre del 2013.</p> <p>Objetivos específicos: - Determinar el porcentaje de variación, mediante las imágenes verificadoras, en los ejes de coordenadas X, Y y Z. - Determinar el porcentaje de variación, de las imágenes verificadoras, en la proyección antero – posterior. - Determinar el porcentaje de variación, de las imágenes verificadoras, en la proyección lateral.</p>	<p>Variable dependiente: La imagen verificadora</p> <p>Variable independiente: La imagen de simulación</p>	<p>Tipo observacional, descriptivo, retrospectivo y de corte transversal.</p>	<p>Estará constituida por todas las imágenes de simulación y verificación de pacientes con cáncer de cuello uterino prescritos con radioterapia externa en el periodo de enero a diciembre del 2013.</p>

3.11 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Previo a la recolección de datos, se solicitará mediante oficios al médico Jefe del Departamento de Radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, con la finalidad de obtener la autorización y las facilidades para realizar el estudio.

En el ordenador de la sala de simulación, obtendremos todos los datos de los pacientes con cáncer de cuello uterino que hayan pasado por dicho proceso y que tengan sus imágenes por fluroscopia del año 2013.

Se ubicará a los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión mediante el sistema virtual de historias clínicas del INEN, usaremos las computadoras ubicadas en el interior del departamento.

Después de tener los números de las historias clínicas, ubicaremos en el archivo de placas, en el sótano del Departamento de Radioterapia, los sobres que contengan las imágenes verificadoras en proyección frontal y lateral.

Posteriormente, las imágenes verificadoras en proyección frontal y lateral serán observadas en el negatoscopio pues en ellas los médicos radioncólogos hacen sus anotaciones de corrección en los ejes de coordenadas X, Y y Z en caso que no hubiese correcciones colocan su firma en señal de aceptación, el cual indica que el isocentro de la imagen de simulación (establecido por límites anatómicos) coincide con el isocentro de la imagen de verificación.

Los valores de corrección obtenidos en los 3 ejes son anotados en el cuadro de recolección de datos, así como, su dirección según cada eje, en el eje X que divide al cuerpo en derecho e izquierdo, eje Y, divide al cuerpo en superior e inferior, eje Z, divide al cuerpo en anterior y posterior.

Por lo tanto, la técnica a utilizar será la observación y el instrumento el cuadro de recolección de datos

Una vez recolectada la información, serán digitalizadas y verificadas para proceder a su análisis estadístico – descriptivo.

3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Se usará el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 19.0

Se realizará un análisis descriptivo de la información a través de frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y medidas resumen (promedio y rango) para las variables cuantitativas, atendiendo a los objetivos trazados en este estudio.

Estos resultados serán presentados en tablas y gráficos., se desarrollaran las explicaciones y se harán recomendaciones según los resultados.

3.13 ASPECTOS ÉTICOS

Para llevar a cabo el presente estudio se obtendrá la autorización del Departamento de Radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, teniendo en cuenta los principios bioéticos considerados en el código de Núremberg, Declaración de Helsinki y el informe de Belmont.

El presente proyecto de investigación contara con un comité de ética conformado por dos miembros designados por el investigador; este comité deberá cumplir con la siguiente función: Evaluar y vigilar el adecuado uso de la información presentada por el paciente.

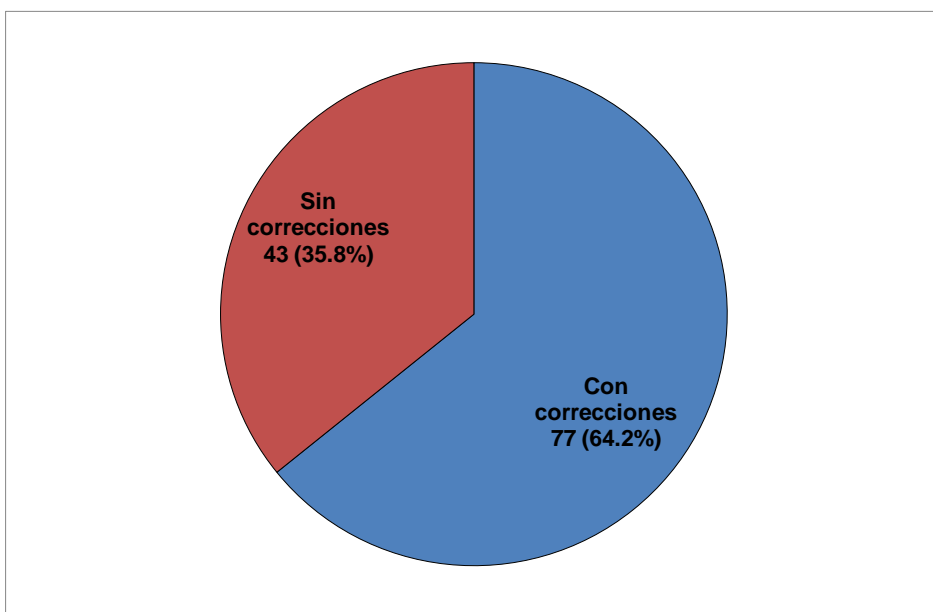
El comité cumplirá con realizar su función en base a los siguientes criterios

- Supervisar que la información obtenida sea de uso exclusivo para la investigación.
- Corroborar que se mantenga en total reserva la identidad del paciente
- Verificar la total autenticidad de la información obtenida y asegurar la fidelidad de todos los datos tomados de las historias clínicas de manera objetiva.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

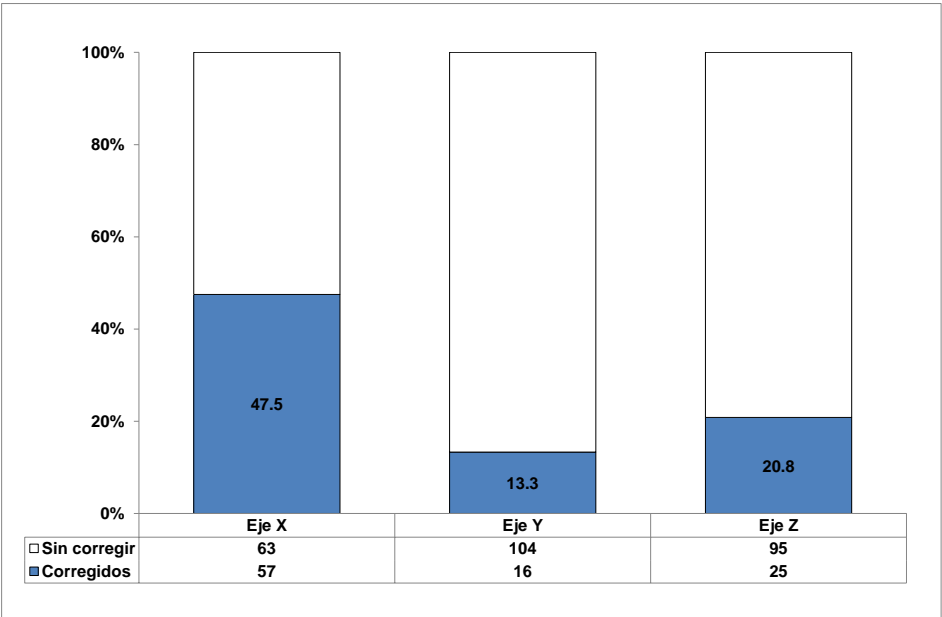
Se evaluaron 120 casos con imágenes verificadoras (frontal y lateral), correspondientes a pacientes con diagnóstico de cáncer de cuello uterino sometidas a tratamiento con radioterapia, de las cuales 77 (64.2%) presentaron variaciones en el isocentro, respecto a la imagen obtenida en la simulación (Gráfico N° 1).

Gráfico N° 1. Distribución de los casos, que une las proyecciones antero posterior y lateral de las imágenes verificadoras, según corrección.



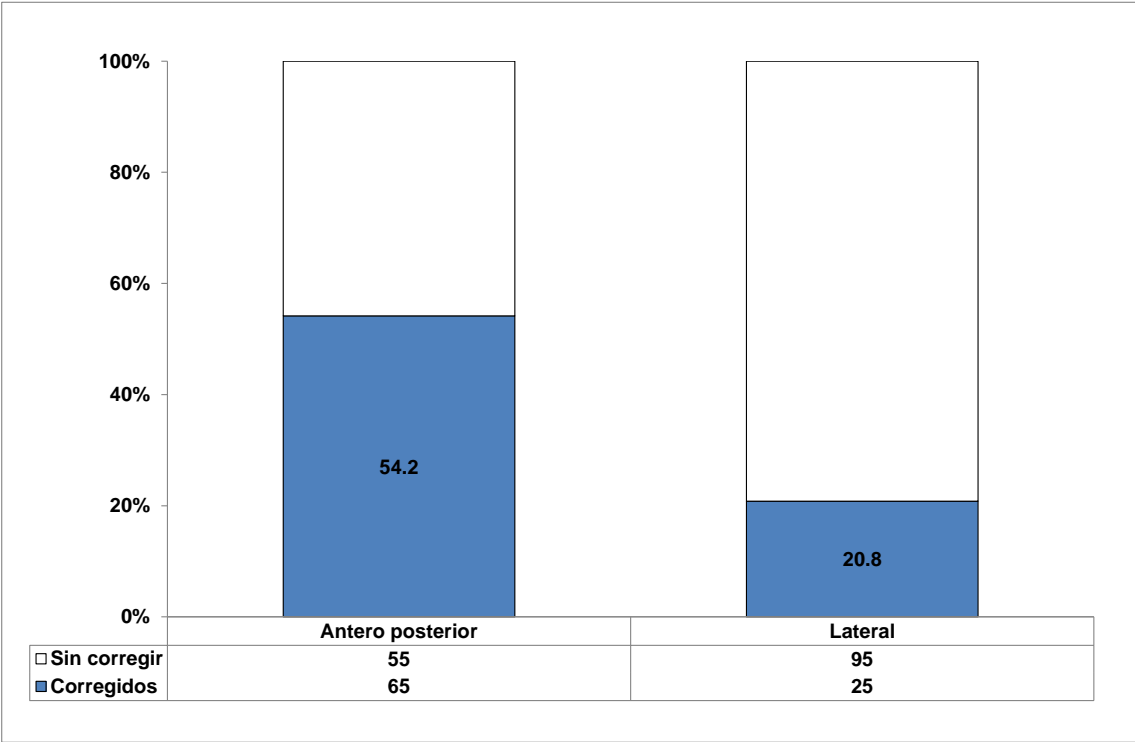
El número de imágenes verificadoras corregidas por cada eje se muestran en el Gráfico N° 2. Del total de imágenes evaluadas, 57 (47.5%) tuvieron correcciones en el eje X, 16 (13.3%) tuvieron correcciones en el eje Y, 25 (20.8%) tuvieron correcciones en el eje Z.

Gráfico N° 2. Número de correcciones por eje de las imágenes verificadoras.



Hubo 65 (54.2%) proyecciones antero posteriores con variación y 25 (20.8%) proyecciones laterales con variaciones (Gráfico N° 3).

Gráfico N° 3. Porcentaje de correcciones según tipo de proyecciones tomadas de las imágenes verificadoras.



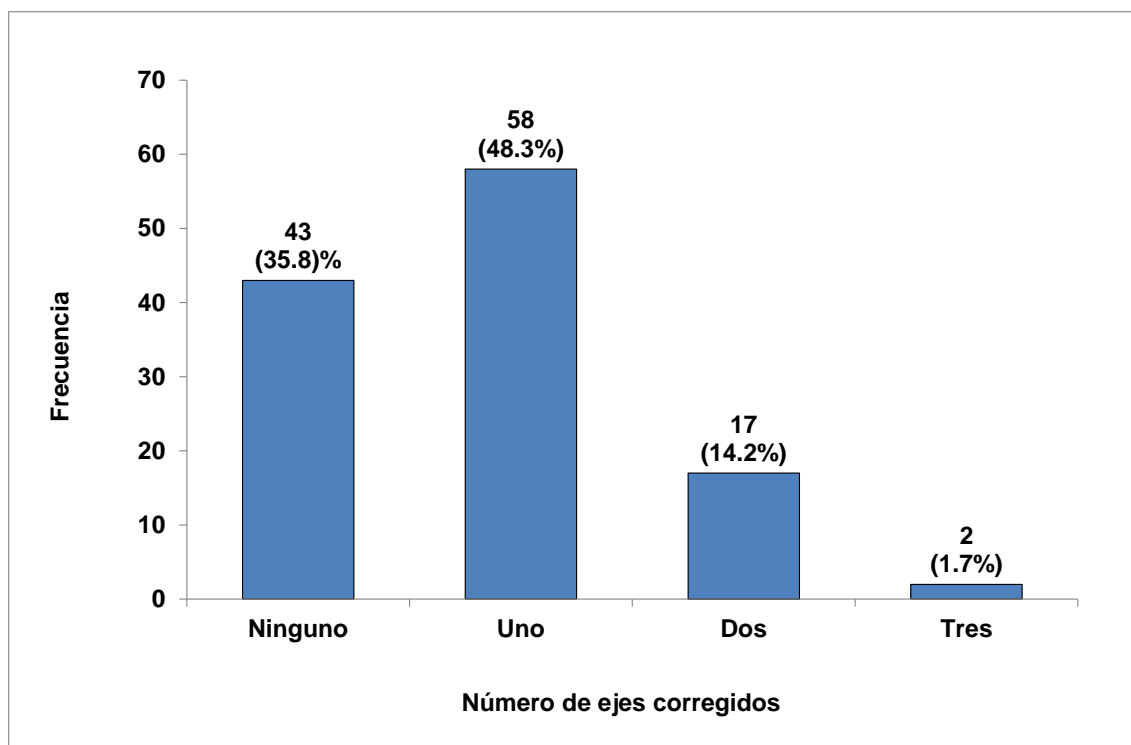
La magnitud promedio de las variaciones en el eje X fue 0.446 cm (rango, 0.15 a 1 cm), de las realizadas en el eje Y fue 0.622 cm (rango, 0.25 a 1.5 cm) y de las realizadas en el eje Z fue 0.586 cm (rango, 0.25 a 1 cm) (Tabla N° 1).

Tabla N° 1. Magnitud de las variaciones por eje.

	Eje X	Eje Y	Eje Z
Magnitud de la variación, cm			
Promedio / Rango	0.446 / [0.15-1]	0.622 / [0.25-1.5]	0.586 / [0.25-1]

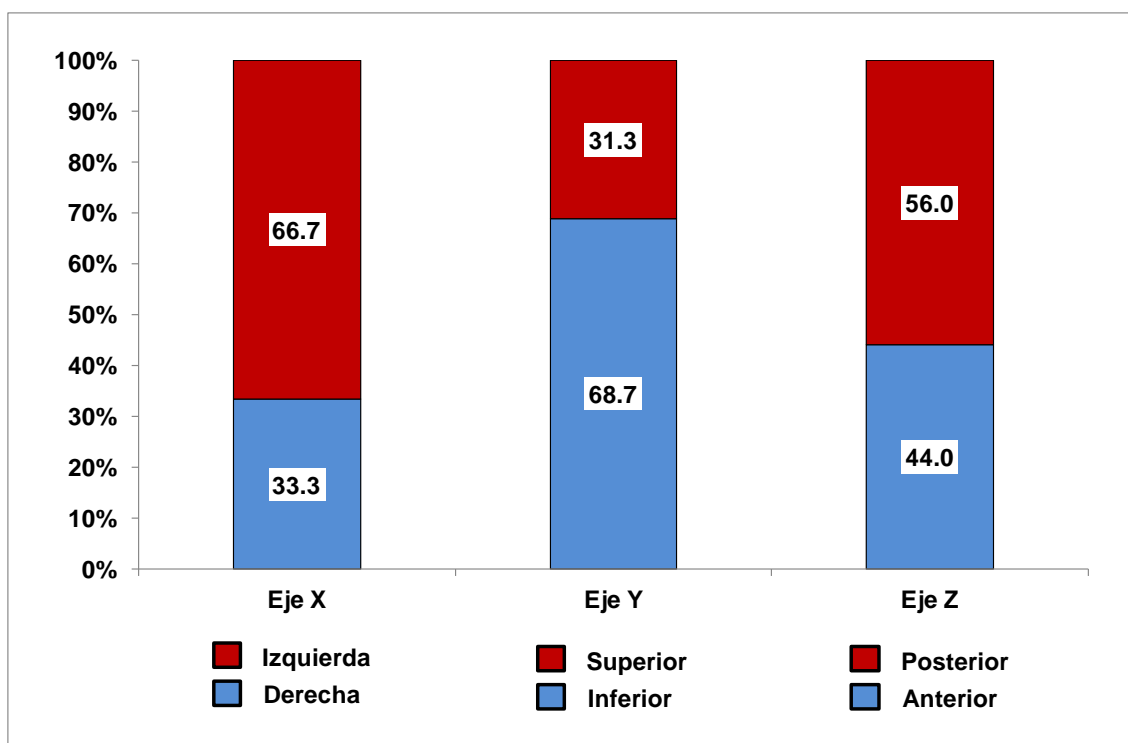
Del total de casos presentados (incluye imágenes verificadoras en ambas proyecciones), 58 (48.3%) presentaron correcciones solo en uno de los ejes, 17 (14.2%) presentaron correcciones en un par de ejes y solo 2 imágenes (1.7%) presentaron correcciones en los tres ejes, 43 imágenes (35.8%) no tuvieron correcciones (Gráfico N° 4).

Gráfico N° 4. Distribución de imágenes verificadoras según cantidad de ejes con corrección.



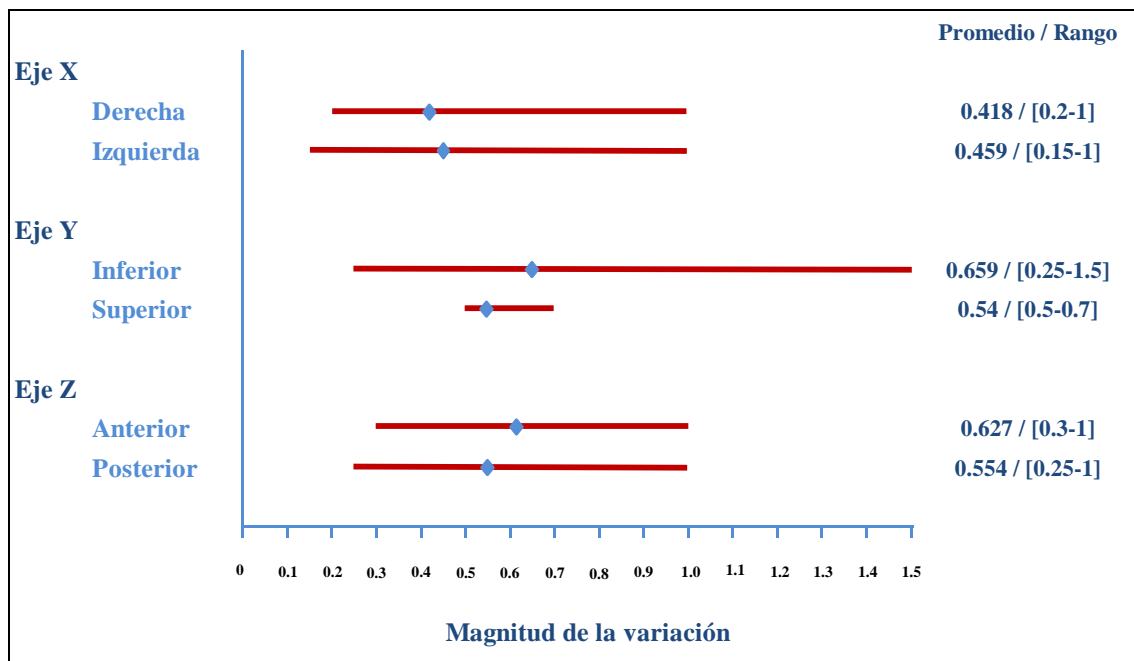
De las 57 imágenes que tuvieron correcciones en el eje X, en 38 (66.7%) el sentido de la corrección fue hacia la izquierda y en 19 (33.3%) fue hacia la derecha. De las 16 imágenes con correcciones en el eje Y, en 5 (31.3%) el sentido de la corrección fue superior y en 11 (68.7%) fue inferior. De las 25 imágenes con correcciones en el eje Z, en 14 (56%) el sentido de la corrección fue posterior y en 11 (44%) el sentido fue anterior (Gráfico N° 5).

Gráfico N° 5. Distribución de imágenes verificadoras corregidas según sentido de la corrección por eje.



Las magnitud promedio de las variaciones realizadas en el eje X con sentido a la derecha fue 0.418 cm (rango, 0.2 a 1 cm) y de las variaciones con sentido a la izquierda fue 0.459 cm (rango, 0.15 a 1 cm). La magnitud promedio de las variaciones realizadas en el eje Y con sentido inferior fue 0.659 cm (rango, 0.25 a 1.5 cm) y de las variaciones con sentido superior fue 0.54 cm (rango, 0.5 a 0.7 cm). La magnitud promedio de las variaciones realizadas en el eje Z con sentido anterior fue 0.627 cm (rango, 0.3 a 1 cm) y de las variaciones con sentido posterior fue 0.554 cm (rango, 0.25 a 1 cm) (Gráfico N° 6).

Gráfico N° 6. Magnitud de las variaciones según sentido por eje.



Los resultados, en cada uno de los ejes, respecto a las variaciones y el sentido de la corrección se detallan en los gráficos N° 7, N° 8 y N° 9. En el eje X la variación más frecuente fue 0.5 cm en el sentido izquierdo presente en 17 (29.8%) de las 57 imágenes verificadoras corregidas en ese eje. En el eje Y la variación más frecuente fue 0.5 cm presente en 8 (50.0%) de las 16 imágenes verificadoras corregidas en ese eje, 4 para cada sentido. En el eje Z la variación más frecuente fue 0.5 cm en el sentido anterior presente en 6 (24.0%) de las 25 imágenes verificadoras corregidas en ese eje.

Gráfico N° 7. Correcciones en el eje X.

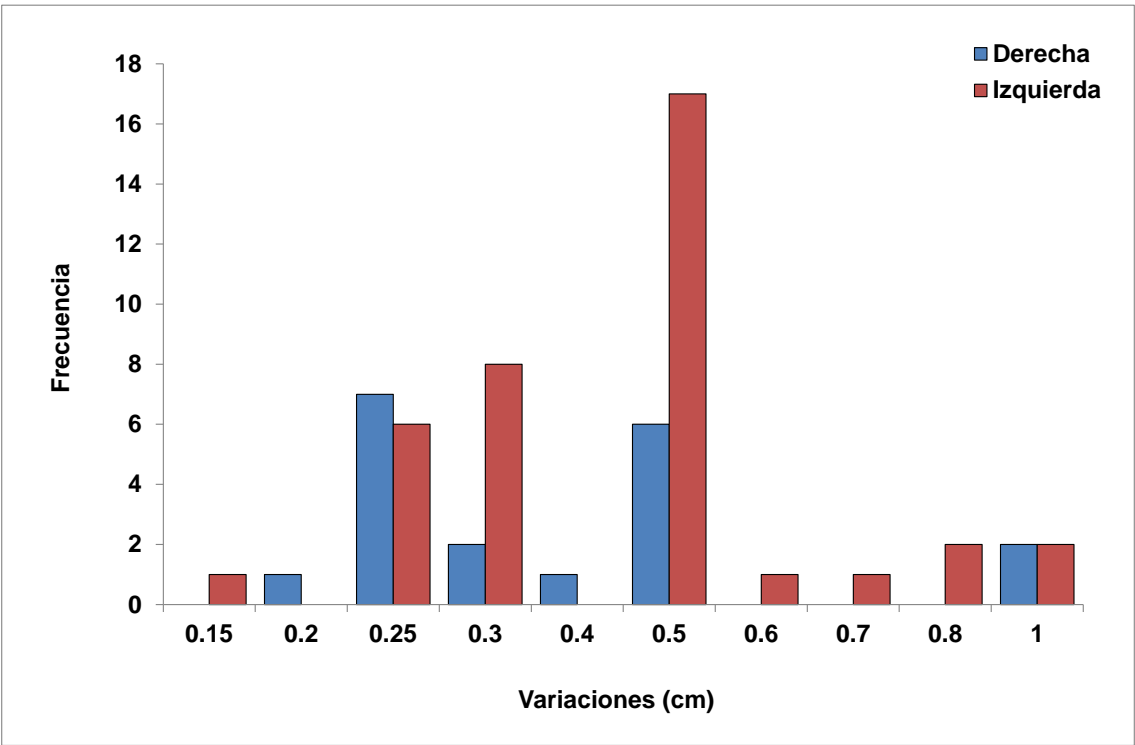
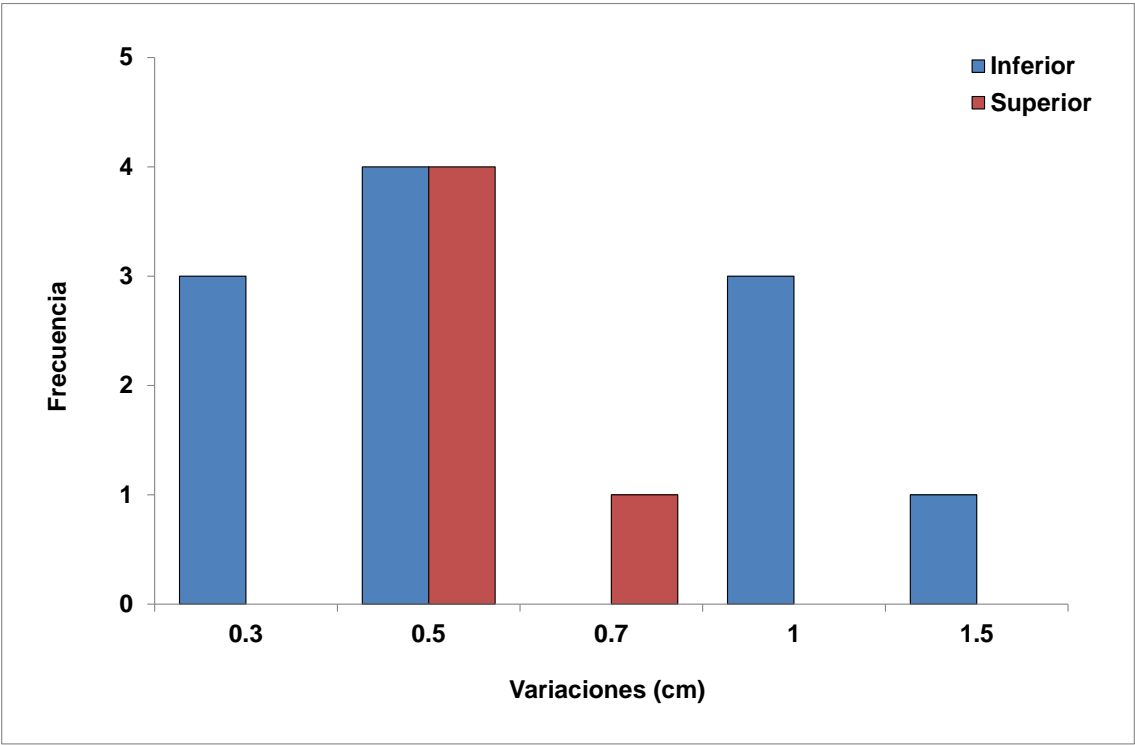
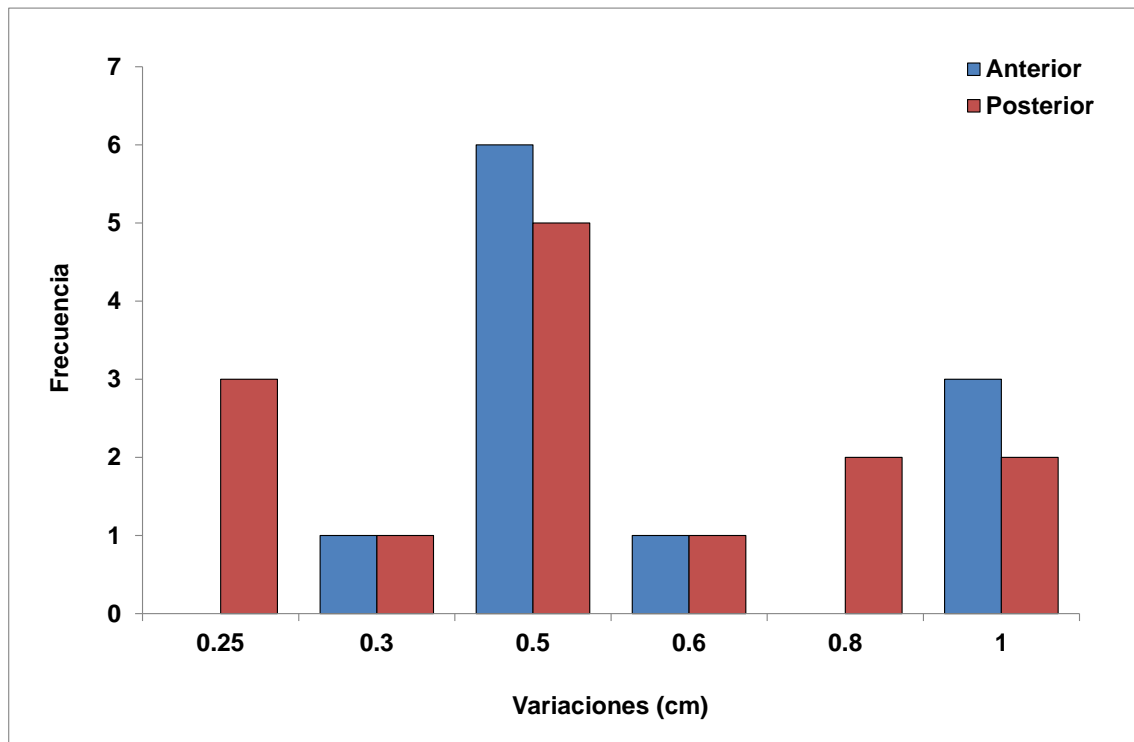


Gráfico N° 8. Correcciones en el eje Y.



Gráficos N° 9. Correcciones en el eje Z.



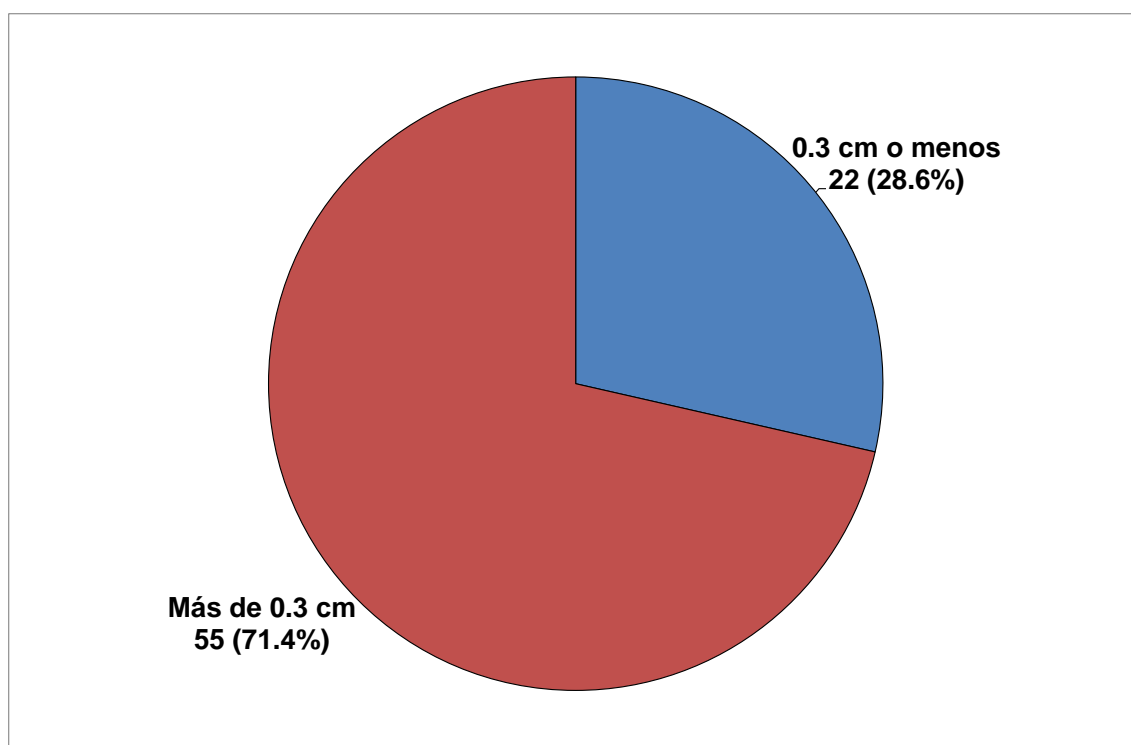
De las imágenes con correcciones en el eje X con sentido a la derecha, 10 imágenes (40.0%) con una magnitud de variación de 0.3 cm o menos y 9 (28.1%) con más de 0.3 cm; con sentido a la izquierda, 15 imágenes (60.0%) tuvieron una magnitud de variación de 0.3 cm o menos y 23 (71.9%) con más de 0.3 cm. De las imágenes con correcciones en el eje Y con sentido inferior, 3 imágenes (100.0%) con una magnitud de variación de 0.3 cm o menos y 8 (61.5%) con más de 0.3 cm; con sentido superior, ninguna imagen (0.0%) tuvo una magnitud de variación de 0.3 cm o menos y 5 (38.5%) con más de 0.3 cm. De las imágenes con correcciones en el eje Z con sentido anterior, 1 imagen (20.0%) con una magnitud de variación de 0.3 cm o menos y 10 (50.0%) con más de 0.3 cm; con sentido posterior, 4 imágenes (80.0%) tuvieron una magnitud de variación de 0.3 cm o menos y 10 (50.0%) con más de 0.3 cm (Tabla N° 2).

Tabla N° 2. Número de imágenes verificadoras por magnitud de la corrección según sentido.

Sentido de la corrección por eje	Magnitud de la corrección	
	0.3 cm o menos	Más de 0.3 cm
Eje X		
Derecha	10 (40.0)	9 (28.1)
Izquierda	15 (60.0)	23 (71.9)
Eje Y		
Inferior	3 (100.0)	8 (61.5)
Superior	0 (0.0)	5 (38.5)
Eje Z		
Anterior	1 (20.0)	10 (50.0)
Posterior	4 (80.0)	10 (50.0)

Del total de imágenes verificadoras corregidas, en 55 (71.4%) las magnitudes de las variaciones fueron mayores a 0.3 cm y en 22 (28.6%) fueron de 0.3 cm o menores.

Gráfico N° 10. Distribución de las imágenes verificadoras corregidas según el intervalo de magnitud de la variación.



CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se procedió a analizar la muestra del periodo 2013, obtenida por la formula de Cochran, que consiste en 120 casos de pacientes con cáncer de cuello uterino prescritas con radioterapia. A cada paciente se le toma dos radiografías, antero – posterior y lateral, por lo tanto analizaremos 240 imágenes verificadoras

Las correcciones se realizan a nivel de los ejes X, Y, Z. Dichos ejes tienen a su vez sentidos de corrección el eje X (derecha - izquierda), eje Y (superior-inferior), eje Z (anterior-posterior).

En un número importante de casos presentados se ha descrito la no reproducibilidad del posicionamiento del paciente durante su tratamiento con radioterapia.

El promedio de las correcciones en los tres ejes espaciales fue de 0,5cm, siendo mayor a los reportados en otros estudios, observamos variaciones de 1cm o más en pacientes con sobrepeso. Wons *et al.*²⁸ encontraron una significativa incertidumbre en el posicionamiento en la dirección lateral (eje X) en 329 pacientes con cáncer de próstata, siendo el tipo de tratamiento en caja de cuatro campos, igual que en el cáncer de cérvix. En el presente estudio no se evaluó el peso de la paciente, pero en las radiografías verificadoras se pueden observar las partes blandas prominentes de algunas pacientes, cuyo valor de corrección fue mayor.

Entonces encontramos que hay variación en los ejes espaciales en un 64.2% (en la mayoría de casos); sin embargo, esta variación tiene un promedio de 0,5cm este valor esta dentro del margen contemplado en la planificación, aceptado por la International Commission on Radiation Units and Radiation Units and Measurements (ICRU) Reporte 29.

En el protocolo empleado en el INEN para pacientes con cáncer de cuello uterino, el margen que se da alrededor del volumen tumoral es de 1.5cm, basándonos en referencias anatómicas, estos márgenes son adecuados para asegurar el cubrimiento de la dosis, teniendo en cuenta no solo las incertidumbres por posicionamiento, sino los movimientos de los órganos; sin embargo, dejar este tamaño de margen en general para todas las pacientes tratadas en caja de cuatro campos, traería mayor toxicidad, mayores molestias a las pacientes, pues se estaría irradiando órganos adyacentes como el recto, vejiga e intestinos en mayor proporción.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

- Los datos encontrados en el estudio no muestran una adecuada reproducibilidad del posicionamiento en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino, porque en la mayoría de casos existen variaciones en los ejes espaciales X, Y, Z. El isocentro de la imagen de simulación y verificación, no coinciden.
- Del total de casos analizados 64.2% sí requirieron corrección por posicionamiento, pues el isocentro de la imagen de simulación y verificación no coinciden. (Grafico 1)
- Hubo 54.2% proyecciones antero posteriores con variaciones y 20.8% proyecciones laterales con variaciones (Gráfico N° 3)
- El promedio de variación en los ejes espaciales es de 0,5cm este valor esta dentro del margen contemplado en la planificación, aceptado por la International Commission on Radiation Units and Radiation Units and Measurements (ICRU) Reporte 50.
- El tecnólogo medico en radioterapia cumple un papel fundamental, debe siempre tener la disposición de posicionar a la paciente con exactitud. El correcto posicionamiento junto con la inmovilización de la paciente es la parte fundamental para el éxito del tratamiento, una buena prescripción de dosis, un buen plan de tratamiento y el mejor pronostico falla, si no hay reproducibilidad que garantice la precisión
- La posición del isocentro dentro de la paciente se ubica a partir de marcas de referencia externas ubicadas en la piel del mismo. En pacientes obesas la piel tiende a lateralizarse.

- Se debe tener en cuenta el tiempo transcurrido entre la simulación y la verificación, pues en el INEN a veces es más de una semana, donde las pacientes pueden bajar de peso.

CAPÍTULO 7: RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar una imagen verificadora al menos una vez por semana, para que se pueda ir controlando la posición del isocentro, durante todo el tratamiento.
- Podría ser necesaria la implementación de inmovilizadores de rodillas y tobillos, con la finalidad de asegurar la relajación de la musculatura pélvica y así evitar que esta región anatómica quede basculada.
- Los tecnólogos médicos en radioterapia deben de tener un consenso general de los pasos a seguir con los pacientes, para que el tratamiento sea de la misma forma siempre, independientemente del licenciado encargado. También deben exigir que el equipo se encuentre en óptimas condiciones de trabajo.
- Se debe protocolizar las actividades, es decir usar los mismos dispositivos de inmovilización, durante todo el tratamiento, para que aporten a la reproducibilidad, pero todo esto debe ser estandarizado
- El INEN cuenta con 3 equipos de cobalto se recomienda que en las tres salas incluyendo la sala de simulación, se cuente con los mismos dispositivos de inmovilización, ya que cuando uno de los equipos entra en mantenimiento las pacientes de dicho equipo son tratadas en el que este disponible.
- Se podrá realizar futuros estudios teniendo en cuenta la estimación de incertidumbres por posicionamiento mediante el uso de los inmovilizadores recomendados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Maribel Almonte, et al. Nuevos paradigmas y desafíos en la prevención y control del cáncer de cuello uterino en América Latina. Salud Pública Mex. 2010; 52: 544-559
2. Katherine Cueto. Tecnólogo médico y radioterapia en el Perú. Tec. Med. 2013; 3: 4-5
3. PM Evans, J Dphil, Q Gildersleve. Técnicas de comparación de imágenes para uso con sistemas de imágenes con megavoltaje. Rev Brit Rad. 1992; 65: 701-709.
4. Giovanni Bucolo. Valoración de los sistemas por la verificación de los campos de trato en radioterapia. Rev Rad [Internet]. 2000 [citado 20 Julio 2014]; 40:33-45. Disponible en: <http://www.akisrx.com/spagnolo/htm/bucolo.htm>
5. Ricardo Sánchez, et al. Reproducibilidad del posicionamiento de pacientes en tratamiento con radioterapia del Centro Javeriano de Oncología. Univ Med. Bog. 2011; 52(1):44-62
6. Adelmo Giordani, et al. Acurácia na reproducibilidade do posicionamento diario de pacientes submetidos a radioterapia conformada (RT 3D) para câncer de próstata. Radiol Bras. 2010; 43(4):236-240
7. Lucia Cardinal. Anatomía e histología normal del cuello uterino, la vagina y la vulva. Rev Bras [Internet]. 2003 [citado 21 Julio 2014]; 30:7-20. Disponible en: <http://media.axon.es/pdf/65277.pdf>
8. Sergio Santana, et al. Cáncer de cuello uterino. [Resumen]. Medicentro. 2007; 11(2)

9. Claudia Álvarez, et al. Actualización de la estadificación del cáncer de cuello uterino. Rar. 2012; 76(2):169-171
10. Sylvia Robles, et al. Tendencias de la mortalidad por cáncer de cuello de útero en las Américas. Sanit Panam. 2000; 121(6): 478-490
11. Fernández Hernández, Parrilla Patricio. Principios Terapéuticos. En: Felipe Calvo. Oncología Radioterápica. Vol 2. 2da ed. Madrid: Aran; 2010. p. 168 -171.
12. Milena Giglioli. Avaliação da distribuição da dose absorvida em radioterapia com campos irregulares e alargados. Ipen. 2012; 20: 1-7.
13. Alessandra Lopes, et al. Analise qualitativa do risco no proceso de tratamento em radioterapia para as etapas executadas pelo tecnólogo na radioterapia de intensidade modulada. Saúde e Amb Rev. 2012; 7(2): 38-45
14. Mailyn Perez. Simulación de aceleradores para radioterapia intraoperatoria. Univ Complutense. Madrid. 2012.
15. Alberto Lachos. Radioterapia: revolución en la medicina. Acta Cancerológica. 2013; 25: 55-59.
16. L. Mahecha, MC Plazas, H. Machado, S. Perea. Comparación de los tratamientos en radioterapia convencional y conformal para cáncer de cérvix por medio de dosimetría termoluminiscente. Rev Acad Colomb Cienc. 2006; 30(17): 518-524.
17. Cristina Urdiales, et al. Radioterapia paso a paso desde cerca. Tec Rad. 2005; 58: 16-21
18. J Perez, A Sánchez, M Pérez. Cáncer de cérvix. En: Felipe Calvo. Oncología Radioterápica. Vol 2. 2da ed. Madrid: Aran; 2010. p. 995-999.

19. Castellanos ME. Las nuevas tecnologías: necesidades y retos de la radioterapia en América Latina. Rev Panam Salud Pública. 2006; 20(3): 143-50.
20. Adelmo Giordani, et al. Acurácia na reproducibilidade do posicionamento diario de pacientes submetidos a radioterapia conformada (RT 3D) para câncer de próstata. Radiol Bras. 2010; 43(4):236-240
21. Mariano Zomeño. Glosario de radioterapia. Panacea. 2002; 3: 9-10
22. L Mariani, et al. Estudio de la posición de isocentro en el tratamiento conformado de cuello uterino. Univ Bs.As. [Internet]. 2005. [citado 21 Setiembre 2014] Disponible en: <http://www.abfm.org.br/c2004/trabalhos/mopo124.pdf>
23. Halperin EC. Particle therapy and treatment of cáncer. Lancet Oncol. 2006; 7: 676-685
24. American Society for Therapeutic Radiology and Oncology. Answers to Your Radiation Therapy Questions. [Internet]. 2012. [citado 28 Setiembre 2014] Disponible en: www.rtanswers.org
25. Técnicos de Radioterapia [Internet]. Panamá: Mariel Mercado; 2008 [actualizado 20 Feb 2008; citado 21 Jul 2014]. Disponible en: www.tecnicasrt.blogspot.com
26. Cutler Annette, Bonito Kelly, Bohan Michael. Cuidados del paciente sometido a radioterapia. En: Nelson Urdaneta. Manual de Radioterapia Oncológica. Vol 1. 1ra ed. Venezuela: Disinlimed; 1989. p. 112-114.
27. Telecable.es [Internet]. Oviedo: Pedro Sánchez; 2001 [actualizado Oct 2001; citado 25 Set 2014]. Disponible en: <http://telecable.es/personales/pgali1/indicecurso.htm>

28. Wong JR, Gao Z, Uematsu M, Merrick. Interfractional prostate shifts: Review of 1870 computed tomography scans obtained during image-guided radiotherapy using CT on rails for the treatment of prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2008; 72: 1376-401

ANEXO 1:

“Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático”

SOLICITO: Permiso para tener acceso al archivo de imágenes verificadoras realizadas *durante el periodo comprendido entre enero - diciembre del 2013 en el Departamento de Radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.*

Doctora

Adela Heredia

Jefa del Departamento de Radioterapia - INEN

Yo, Estrellita Navarro Mejia Bachiller de la escuela académico profesional de Tecnología Médica del área de Radiología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos solicito me permita tener acceso al archivo de imágenes verificadoras realizadas durante el periodo comprendido entre enero - diciembre del 2013, así como la recolección de datos en el servicio de Radioterapia para de esta manera poder realizar mi proyecto de investigación que tiene por título: Evaluación de la coincidencia entre el isocentro de la imagen de simulación y verificación, en el tratamiento con radioterapia del cáncer de cuello uterino.

Sin otro particular me despedido de Ud. sin antes brindarle mi sincero agradecimiento por acceder a mi solicitud.

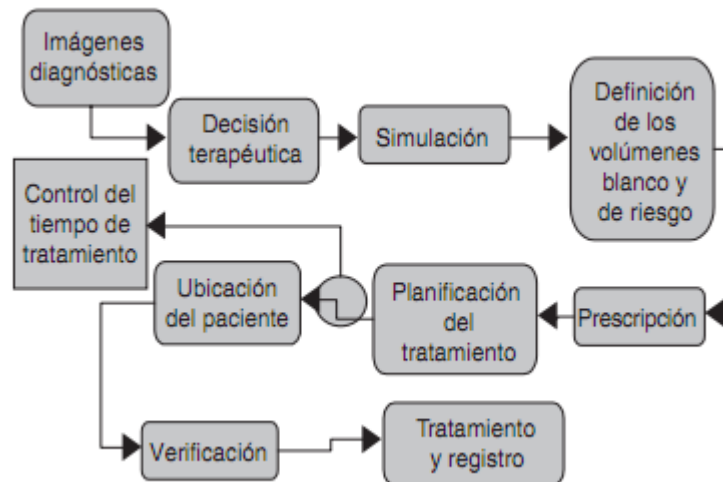
Atentamente,

Navarro Mejia Estrellita

DNI 45486718

Etapas del proceso de Radioterapia moderna:

Etapas del proceso de Radioterapia moderna:



ANEXO 3:

1. El médico coloca un hisopo embullido en contraste



2. El tecnólogo medico posiciona a la paciente en la camilla del equipo de simulación, colocándole el inmovilizador de tobillos y los brazos sobre el pecho.



3. En la consola (fluroscopio) se toma la primera imagen antero - posterior



4. Imagen antero – posterior adquirida por el simulador, se observa los márgenes anatómicos ya descritos.



5. Se gira el gantry 90° para tomar la segunda imagen: Lateral



6. Imagen lateral adquirida en el equipo de simulación con los límites anatómicos mencionados



7. Se procede a marcar a la pacientes mediante “tatuajes” se realizan tres puntos, dos laterales y un central. Dichos puntos nos servirán para ubicar a las pacientes en el equipo de Cobalto.

1. En el sitio de ubicación del tratamiento o referencia de simulación, previamente marcado, se coloca una gota de tinta en la piel.
2. Se introduce el bisel de una aguja de calibre y punta finos, y se comienza a romper la piel sobre la gota de tinta.
3. Se limpia el área anatómica.
4. Se revisan el tamaño y la reproducibilidad del tatuaje.



8. El médico radioncologo llena la ficha de tratamiento de la paciente con los datos adquiridos en el simulador.

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS									
FICHA DE TRATAMIENTO CON RADIOTERAPIA									
Paciente		Médico		Fecha		Hora		Lugar	
Vidalia de la Cruz		Gonzalez		21.08.14		10:00		Cobalto	
<p>1. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>2. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>3. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>4. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>5. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>6. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>7. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>8. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>9. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>10. Tumor: CERVICUTERIO</p>									
<p>11. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>12. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>13. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>14. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>15. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>16. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>17. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>18. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>19. Tumor: CERVICUTERIO</p> <p>20. Tumor: CERVICUTERIO</p>									

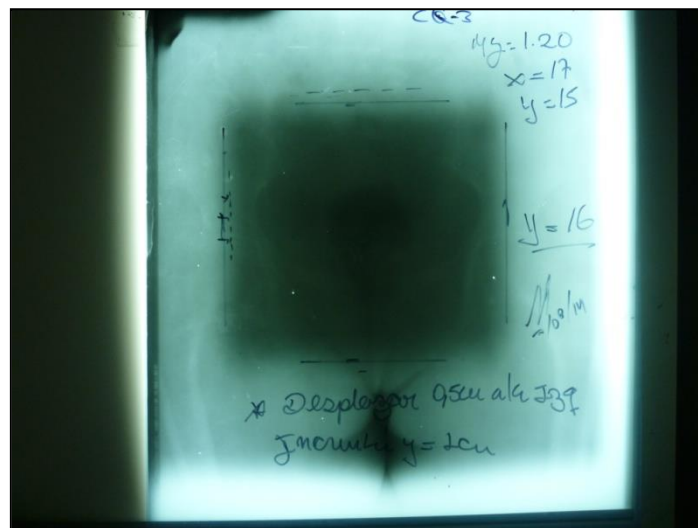
9. Se le entrega a la paciente una ficha indicando la fecha que se le tomara la imagen verificadora

RT+RT		9. cm	
Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas			
DEPARTAMENTO DE RADIOTERAPIA			
CONTROL DE ATENCION DE PACIENTES			
Nombre completo:		Vidalia de la Cruz	
Tratamiento:		EGVINOX-1	
N° de Historia:		568003	
Condición Socio-económica:			
Fecha:		29.08.14	

10. Proceso de verificación: Se posiciona a la paciente en los tatuajes hechos en la simulación con ayuda de los láseres, se toma las imágenes verificadoras anterior y lateral en chasis con película radiográfica (flechas rojas). En el INEN solo se toma estas imágenes una vez durante todo el tratamiento, solo al inicio.

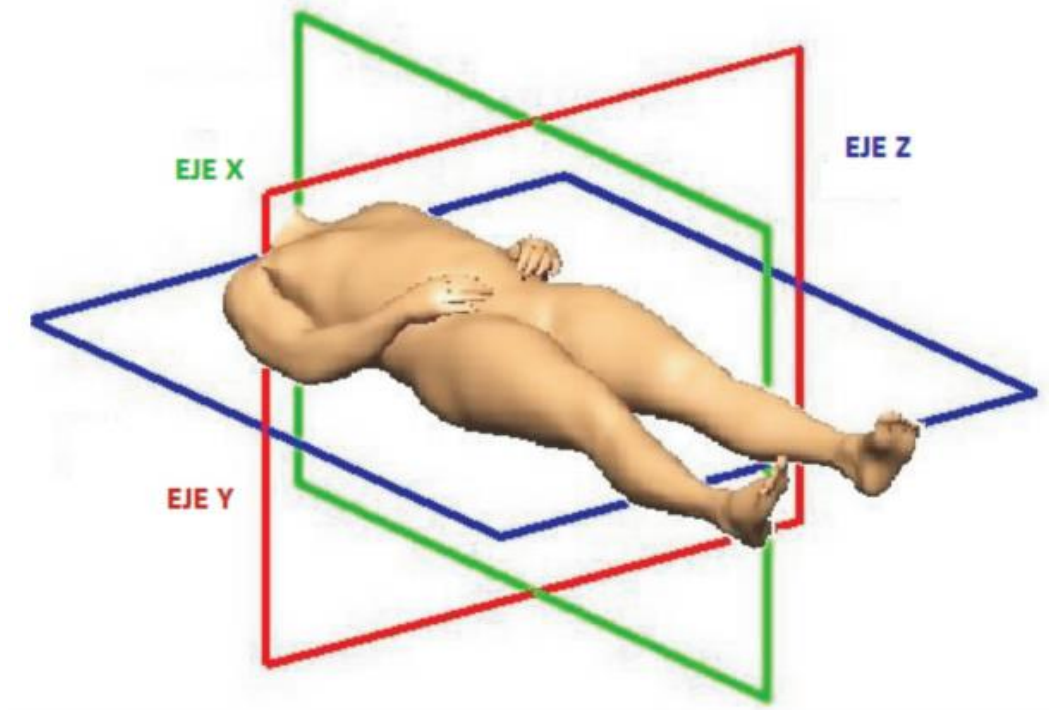


11. Imagen adquirida en proyección antero-posterior, con las correcciones ya dadas por el médico radioncologo,

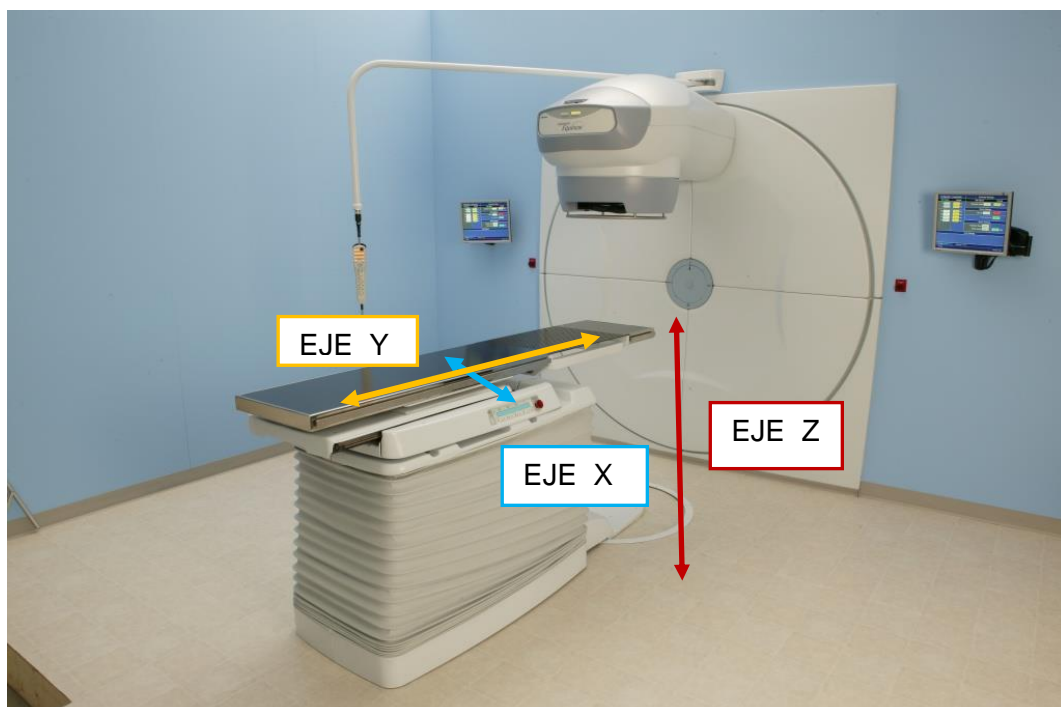


ANEXO 4:

Ejes de posicionamiento del paciente X, Y, Z



Movimientos de la camilla en el equipo de cobalto . Las mismas coordenadas son aplicadas en los aceleradores lineales.



CUADRO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. Valores de corrección en el eje coordenadas **X** e **Y** de las imágenes verificadoras, respecto a las imágenes de simulación, para la proyección **antero-posterior** en cada caso.

IMAGEN VERIFICADORA	VALORES DE VARIACIÓN – DIRECCIÓN DE VARIACIÓN						CORRECCIÓN
	PROYECCIÓN ANTERO - POSTERIOR						
	EJE X	DER	IZQ	EJE Y	SUP	INF	SI- NO
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
.							
.							
.							
120							

- En la proyección *antero-posterior* o *frontal* solo se miden los ejes X e Y.
- En el cuadro de ejes X e Y se coloca los valores en milímetros (mm)
- El eje X divide al cuerpo del paciente en *derecha* e *izquierda*, por lo tanto, tenemos esas dos direcciones de variación, en el cuadro se marca con un aspa (x)
- El eje Y divide al cuerpo del paciente en *superior* e *inferior*, por lo tanto, tenemos esas dos direcciones de variación, en el cuadro se marca con un aspa (x)
- Existen casos donde no hay ninguna variación, por lo tanto, en el último cuadro de *corrección* se coloca la palabra NO, esto hace referencia a que el isocentro de la imagen de simulación y verificación coinciden totalmente.

CUADRO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

II. Valores de variación en el eje de coordenada **Z** de las imágenes verificadoras, respecto a las imágenes de simulación, para la proyección **lateral** en cada caso

IMAGEN VERIFICADORA	VALORES DE VARIACIÓN - DIRECCIÓN DE VARIACIÓN			CORRECCIÓN
	PROYECCIÓN LATERAL			
	EJE Z	ANT	POST	SI - NO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
.				
.				
.				
120				

- En la proyección *lateral* solo se mide el eje Z.
- En el cuadro del eje Z, se coloca los valores en milímetros (mm)
- El eje Z divide al cuerpo del paciente en *anterior* y *posterior*, por lo tanto, tenemos esas dos direcciones de variación, en el cuadro se marca con un aspa (x)
- Existen casos donde no hay ninguna variación, por lo tanto, en el último cuadro de *corrección* se coloca la palabra NO, esto hace referencia a que el isocentro de la imagen de simulación y verificación coinciden totalmente.